



# **Bachelorarbeit**

Herr

**Frieder Jansen**

Arbeitsvorbereitung inklusive Erarbeitung  
von Montagehinweisen zur Herstellung  
von Drosselklappen als Kundenauftrag

Gerbstedt, OT Hübitz 2012-08-30

Fakultät Maschinenbau

## **Bachelorarbeit**

Arbeitsvorbereitung inklusive Erarbeitung  
von Montagehinweisen zur Herstellung  
von Drosselklappen als Kundenauftrag

Autor:

**Herr**

**Frieder Jansen**

Studiengang:

**Maschinenbau**

Seminargruppe:

**MB08w3-BS**

Erstprüfer:

**Prof. Dr.-Ing. Frank Weidermann**

Zweitprüfer:

**Dipl. Ing. Herr Gehrke**

Einreichung:

**Mittweida, 3.September 2012**

# Praxispartner



**MANSFELD  
ANLAGENBAU UND  
UMWELTTECHNIK AG**

Firma:

**Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG**

Anschrift:

**An der Landstraße 159  
06347 Gerbstedt  
Deutschland**

Abteilung:

**Arbeitsvorbereitung**

Betrieblicher Betreuer:

**Herr Gehrke**

Telefon:

**+49 3475 / 651-460**

Fax:

**+49 3475 / 651-322**

E-Mail:

**walter.gehrke@maut-ag.de**

---

# Inhalt

<b>Inhalt.....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation.....	1
1.2 Zielsetzung.....	1
1.3 Kapitelübersicht.....	2
<b>2 Arbeitsvorbereitung .....</b>	<b>3</b>
2.1 Einordnung der Arbeitsvorbereitung in die Firmenstruktur .....	3
2.2 Aufgabenspektrum der Arbeitsvorbereitung.....	4
2.3 Bewertung der Arbeitsvorbereitung .....	4
2.4 Vergleich der Firmeninternen AV mit Arbeitsplanung .....	5
2.5 Einschränkung .....	6
<b>3 Arbeitsablauf .....</b>	<b>7</b>
3.1 Zeichnungssätze erstellen.....	7
3.2 Materialbestellungen .....	8
3.2.1 Verbindungsmittel.....	9
3.2.2 Halbzeuge .....	12
3.2.3 Bleche .....	13
3.3 Schneidpläne .....	13
3.3.1 Laser .....	15
3.3.2 Autogen.....	17
3.3.3 Plasma .....	17
3.4 Zuschnittlisten .....	17
3.5 Prüfpläne.....	19
<b>4 Montage .....</b>	<b>21</b>

4.1	<i>Problemstellung</i> .....	21
4.2	<i>Vorüberlegung</i> .....	21
4.3	<i>Vormontage</i> .....	23
4.3.1	Anbau der Lager- und Antriebskonsolen .....	23
4.3.2	Zusammenbau der Scheiben .....	28
4.3.3	Vorbereiten der Antriebs- und Gegenlagerwellen .....	28
4.3.4	Farbgebung .....	29
4.4	<i>Endmontage</i> .....	29
4.4.1	Anbau der Lagerkonsolen .....	30
4.4.2	Einbringen der Wellen .....	31
4.4.3	Einbau der Scheibe .....	32
4.4.4	Einbau der Anschläge .....	33
4.4.5	Dichtungen .....	36
4.4.6	Anbau der Getriebe/Motor-Einheit .....	36
4.4.7	Getriebeeinstellung .....	37
4.4.8	Funktionstest .....	38
<b>5</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>39</b>
5.1	<i>Ergebnis</i> .....	39
5.2	<i>Bewertung</i> .....	39
<b>Literatur</b> .....		<b>40</b>
<b>Anlagen</b> .....		<b>XLI</b>
<b>Anlagen, Teil 1</b> .....		<b>XLII</b>
<b>Anlagen, Teil 2</b> .....		<b>XLIV</b>
<b>Anlagen, Teil 3</b> .....		<b>45</b>
<b>Selbstständigkeitserklärung</b> .....		<b>.</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Logo Fackert Spezialarmaturen .....	2
Abbildung 2: Logo Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG .....	2
Abbildung 3: Firmenstruktur MAUT [3].....	3
Abbildung 4: Aufgaben der Arbeitsplanung [5].....	5
Abbildung 5: Flanschklappenvergleich .....	6
Abbildung 6: Stückliste DN1140/900 .....	9
Abbildung 7: Zeichnungsvernetzung .....	11
Abbildung 8: Brennteile - Blatt 13 .....	14
Abbildung 9: ByWork Laserplan .....	16
Abbildung 10: Prüfprotokoll .....	20
Abbildung 11: Montagevorranggraph - Flanschklappe, ausgemauert .....	22
Abbildung 12: Vormontage, Gehäuse aufgebockt .....	24
Abbildung 13: Vormontage, Gehäuse mit eingebrachten Montagehilfsmitteln .....	25
Abbildung 14: Montagehülsen .....	25
Abbildung 15: Vormontage, Montage einer Lagerkonsole .....	26
Abbildung 16: Vormontage, Ausrichten der Antriebs-seitigen Konsolen .....	27
Abbildung 17: Wellenlager mit Schlagzahlen.....	27
Abbildung 18: Montagefertige Scheiben .....	28
Abbildung 19: Montagefertige Antriebs- und Gegenlagerwellen .....	29
Abbildung 20: Gehäuse nach der Korrosionsschutzbehandlung.....	30

Abbildung 21: Endmontage, Wiederaufbau der Konsolen .....	31
Abbildung 22: Endmontage, Einbau der Scheibe .....	33
Abbildung 23: Kritische Spaltmaße der Drehachse .....	34
Abbildung 24: Endmontage, Anpassen der Anschläge.....	35
Abbildung 25: Endmontage, fertig eingebaute Scheibe mit Anschlägen.....	35
Abbildung 26: Getriebe- und Motormontage.....	37



# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick Flanschklappengrößen.....	7
Tabelle 2: Beistellungen .....	8
Tabelle 3: Verbindungsmittelaufstellung DN140/900 .....	10
Tabelle 4: Verbindungsmittelaufstellung ausgemauert, gesamt.....	12
Tabelle 5: Materialbestellung Halbzeuge.....	13
Tabelle 6: Sägezuschnitt-Liste .....	18
Tabelle 7: Stabaufteilung.....	19

## Abkürzungsverzeichnis

AV	Arbeitsvorbereitung
DIN	Deutsche Industrienorm
DN	Diameter Nominal
DXF	Drawing Interchange File Format
EN	Europäische Norm
ISO	International Organization for Standardization
MAUT AG	Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG
NC	Numerical Control
OT	Ortsteil
PDF	Portable Document Format
QMB	Qualitätsmanagementbeauftragter
SAP	Schweißaufsichtsperson
SK	Schweißkursstätte
SKM	Sechskantmutter
SKS	Sechskantschraube
ZG	Zeichnung

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Im Zuge des Bachelorpraktikum, welches in der Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG absolvierte wurde, entstand die Aufgabe einen Kundenauftrag zur alleinigen Bearbeitung überantwortet zu bekommen.

## 1.2 Zielsetzung

Bei den in dieser Arbeit erläuterten Auftrag handelt es sich um einen Kundenauftrag der Firma Fackert Spezialarmaturen GmbH (Abbildung 1) an die Firma Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG (Abbildung 2) mit einem Auftragsvolumen von insgesamt 46 Baueinheiten. Gefertigt wird der Auftrag von der Firma Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG in Gerbstedt OT Hübitz.(im weiteren Text als MAUT AG bezeichnet) Diese hat sich auf die Fertigung von Sonderanlagen auf dem Gebiet des Stahl-, Behälter- und Rohrleitungsbau spezialisiert. [1]

Bei den in dieser Bachelorarbeit dargestellten Einheiten handelt es sich um 46 Flanschklappen, 2 verschiedener Bauarten und unterschiedlicher Nenndurchmesser, welche von der Firma Fackert Spezialarmaturen GmbH für den Einsatz in der Verfahrenstechnik entwickelt wurden. Sie sind ausgelegt zur Regelung von Prozessgasen in einem Hochtemperaturmilieu von 0 bis 1000°C bei einem maximalen Betriebsdruck von 1 bar [2].

Thema der vorliegenden Arbeit sind arbeitsvorbereitende Maßnahmen, dies beinhaltet die Aufstellung aller für die Fertigung in der MAUT AG notwendigen Unterlagen unter Beachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte.

Als zweiter Teil der Bachelorarbeit erfolgt die Herstellung von Montagehinweisen für den, nach der Fertigung aller Teile, folgenden Zusammenbau mit Hinblick auf das besondere Arbeitsmilieu.

Die Erarbeitung der Arbeitsunterlagen aller Flanschklappen erfolgt analog der Ausführung in diesem Kapitel.

Die vorliegenden Bachelorarbeit wird zeitgleich mit der Bearbeitung des Fertigungsauftrages in der Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG erstellt.



Abbildung 1: Logo Fackert Spezialarmaturen



Abbildung 2: Logo Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG

## 1.3 Kapitelübersicht

Die Bachelorarbeit besteht aus 5 Kapiteln.

Beginnend mit dem **ersten Kapitel**, in welchem die Aufgabe und deren besondere Anforderungen dieser Bachelorarbeit beschrieben werden, folgt im **Kapitel 2** die Darstellung der Arbeitsvorbereitung im Allgemeinen und im Speziellen mit ihren Aufgaben als eigenständige Abteilung innerhalb der Firma Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG. Die aufgezeigten Arbeitskriterien sollen dann im **Kapitel 3** Grundlage sein für eine detaillierte Erstellung von Dokumenten anhand eines ausgewählten Beispiels. Die Montagehinweise sind Gegenstand des **Kapitel 4**. Es wird beschrieben welche Schritte und Maßnahmen notwendig sind um den gegebenen Anforderungen gerecht zu werden. Das abschließende **Kapitel 5** befasst sich mit einer zusammenfassenden Bewertung der erfolgten Arbeit des Bacheloranten.

## 2 Arbeitsvorbereitung

### 2.1 Einordnung der Arbeitsvorbereitung in die Firmenstruktur

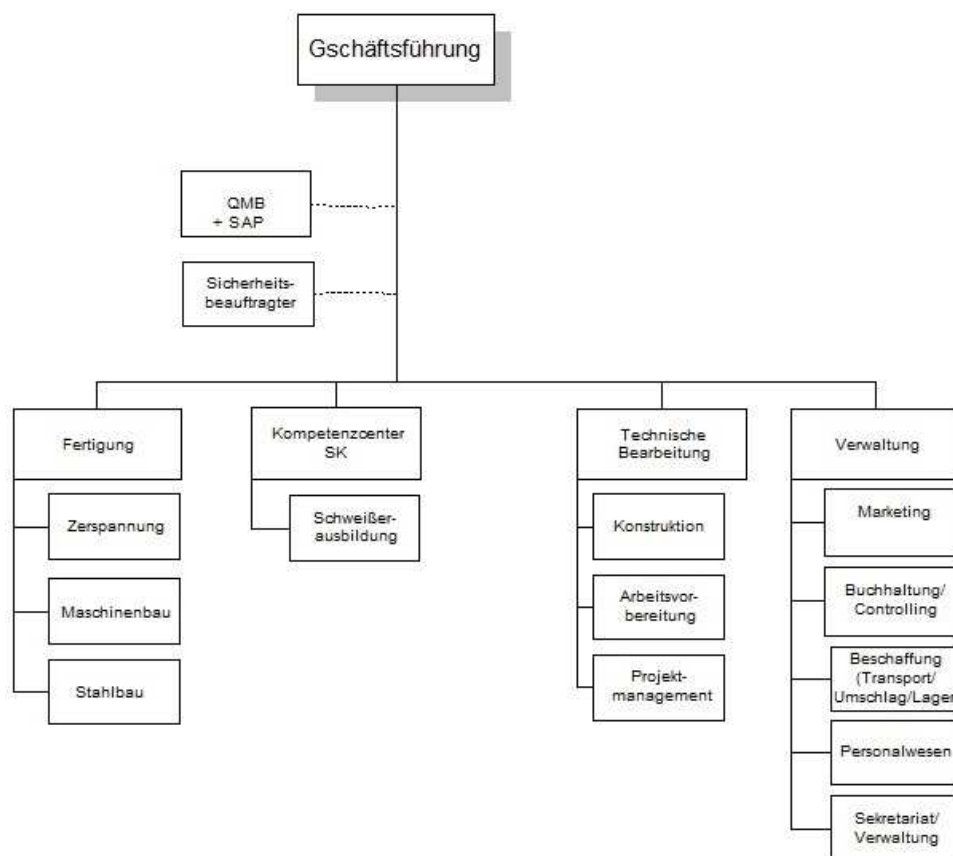


Abbildung 3: Firmenstruktur MAUT [3]

Die Firma Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG gliedert sich in 4 Bereiche (Abbildung 3), welche der Geschäftsführung direkt untergeordnet sind. Diese Bereiche sind Fertigung, Kompetenzcenter SK (Schweißkursstätte), Technische Bearbeitung und Verwaltung.

Die Abteilung Arbeitsvorbereitung der MAUT AG ist der Technischen Bearbeitung zugehörig und zuständig für die Erstellung aller Arbeitsunterlagen, welche zur Abarbeitung eines Auftrages gehören. Dabei ist eine enge Zusammenarbeit mit den Bereichen Fertigung, der Abteilung Beschaffung und dem Auftrag-erteilenden Kunden notwendig.

## 2.2 Aufgabenspektrum der Arbeitsvorbereitung

Der Aufgabenbereich der Abteilung Arbeitsvorbereitung in der MAUT AG beinhaltet hauptsächlich die computergestützte Erarbeitung von Dokumenten, welche zur Fertigung von Kundenaufträgen benötigt werden. Dazu gehört das Erstellen von Materialanfragelisten, Materialbestellungen für Normteile sowie Halbzeuge, das Erzeugen von Schneidplänen und zugehöriger NC-Programme für Laser-, Plasma- und Autogenbrennanlagen. Ebenfalls werden Aufstellungen für Säge-Bohr-Anlagen entworfen und schließlich firmeninterne Prüfpläne zur Fertigungsüberwachung erstellt. In Abhängigkeit vom Fertigungsauftrag, fällt es der Abteilung AV weiterhin zu, Absprachen mit Fremdfirmen zu treffen, um Dienstleistungen zu vereinbaren, die intern nicht möglich sind. Das können zum Beispiel sein: Verzinken, Gummieren oder sonstige Bearbeitungsschritte, welche nicht im Rahmen der Möglichkeiten des vorhandenen Maschinenparks der MAUT AG liegen. Über den Projektverantwortlichen wird ständig Rücksprache mit der Fertigung und dem Kunden gehalten, um schnellstmöglich auf Änderungen reagieren oder eventuelle Probleme beheben zu können.

## 2.3 Bewertung der Arbeitsvorbereitung

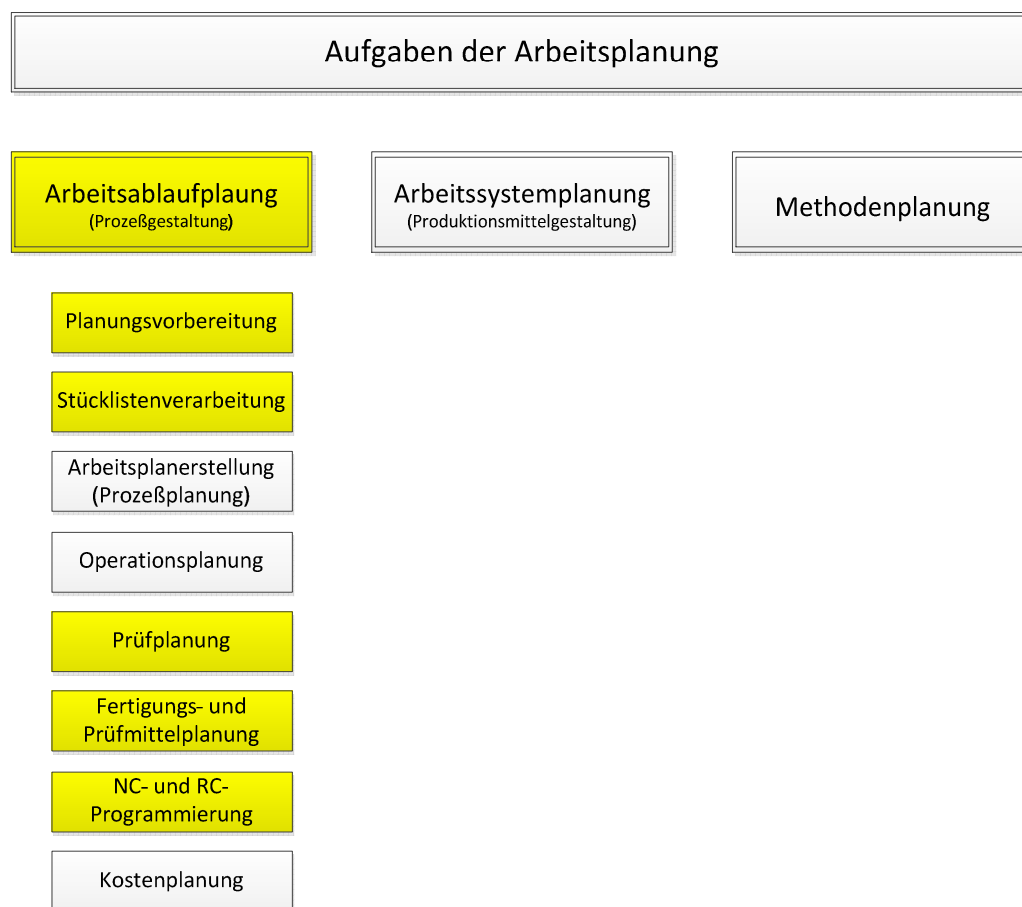
Die Arbeitsvorbereitung ist ein sehr wichtiger Bestandteil der MAUT AG, welcher dazu dient Kosten einzusparen und wirtschaftlich zu arbeiten. Da in der MAUT AG Kundenaufträge abgearbeitet werden bei denen die jeweiligen Konstruktionen schon vom Kunden vorgegeben wurden, sind die einzigen Möglichkeiten kostengünstiger zu arbeiten, der Materialeinkauf und die Optimierung der Fertigung.

Die Möglichkeit der Arbeitsvorbereitung kostensenkend auf die Fertigung einzuwirken besteht darin, erforderliche Halbzeuge und Normteile effizient einzusetzen und durch Vorausplanung, sowie Erstellung von Arbeitsunterlagen die Beschäftigten in der Fertigung zu entlasten. Dadurch sind diese in der Lage, sich vollkommen auf ihre Aufgaben zu konzentrieren, um schnell, sicher und genau zu arbeiten. Ferner ist man bestrebt, durch die bedarfssynchrone Produktion oder auch Just-in-Time-Produktion genannt, benötigte Teile immer zum erforderlichen Zeitpunkt zu produzieren. Ein sich daraus ergebender wichtiger Aspekt ist die Reduzierung der benötigten Lagerfläche, bei gleichzeitiger Senkung der Fixkosten. Durch eine effiziente Ausnutzung der Maschinenkapazitäten und vorausschauender Planung soll ein reibungsloser Ablauf der Fertigung gewährleistet werden. Dies bedeutet, dass mit einem gewissen Vorlauf unmittelbar benötigte NC-Programme von der AV vorbereitet werden. Aufgrund fehlender Pläne könnte es sonst zu Engpässen in der Fertigung kommen.

## 2.4 Vergleich der Firmeninternen AV mit Arbeitsplanung

### Definition:

*Die Arbeitsplanung „umfasst alle einmalig auftretenden Planungsmaßnahmen, welche unter ständiger Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit die fertigungsgerechte Herstellung eines Erzeugnisses sichern.“ [4]*



**Abbildung 4: Aufgaben der Arbeitsplanung [5]**

In der Abbildung 4 nach [5] wurden die Aufgabenbereiche der Arbeitsplanung, welche sich mit dem Aufgabenspektrum der AV in der MAUT AG decken, farblich hervorgehoben. Es ist zu erkennen, dass die firmeninterne AV den Ansprüchen der Arbeitsplanung gerecht wird. Bei genauerer Unterteilung der Arbeitsplanung in Arbeitsablaufplanung, Arbeitssystemplanung und Methodenplanung wird außerdem deutlich, dass sich die

Abteilung AV, deren Aufgaben sich mit denen der Arbeitsablaufplanung größtenteils decken, eine Zuordnung zu dieser zulassen.

## 2.5 Einschränkung

Im folgenden **Kapitel 3**, wird die Erstellung der Arbeitsdokumente anhand einer Flanschklappe, welche Gegenstand der Bachelorarbeit sind, veranschaulicht. Stellvertretend für die Bearbeitung aller 46 Flanschklappen wird eine Baugruppe mittlerer Größe des Typus "Ausgemauert" für die Darstellung herangezogen. Die im **Kapitel 4** „Montage“ verwendeten Zeichnungsnummern beziehen sich ebenfalls auf die ausgewählte Flanschklappe.

In der Abbildung 5 sind je eine Flanschklappe jedes Typus qualitativ dargestellt, um den konstruktiven Unterschied zu verdeutlichen.

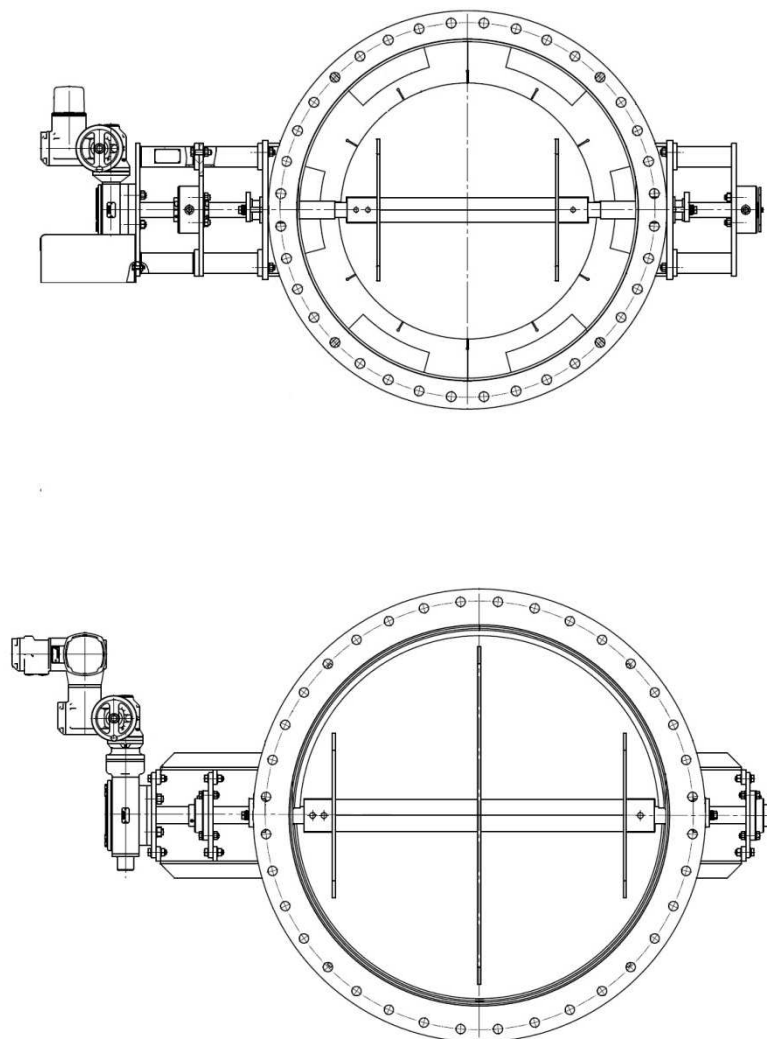


Abbildung 5: Flanschklappenvergleich



### 3 Arbeitsablauf

Tabelle 1: Überblick Flanschklappengrößen

❖ DN 600	❖ DN 740-500
❖ DN 1320	❖ DN 840-600
❖ DN 1500-1	❖ DN 1040-800
❖ DN 1500-2	❖ DN 1140-900
❖ DN 1800	❖ DN 1340-1100
❖ DN 1900	❖ DN 1440-1200
❖ DN 2000	❖ DN 1540-1300
❖ DN 2400	
❖ DN 2500	

Als beispielhaft bearbeitete Nenngröße wird die **DN<sup>1</sup> 1140-900** gewählt.

Dies ist eine ausgemauerte Flanschklappe mit einem Innendurchmesser von 1140mm, wobei die 900mm den effektiven Innendurchmesser darstellen. Dieser ergibt sich nach dem Ausmauern der Flanschklappe mit Schamottesteinen.

#### 3.1 Zeichnungssätze erstellen

Beginnend mit der Arbeit am Kundenauftrag werden die erhaltenen Zeichnungssätze, welche üblicherweise im PDF-Format<sup>2</sup> vorliegen, gesichtet und zur besseren Bearbeitung je nach Ausführung und Nenngröße der Flanschklappe sortiert und abgeheftet. Zur späteren Arbeit in der Fertigung werden zusätzlich zum Zeichnungssatz der Arbeitsvorbereitung drei komplette Sätze Zeichnungen fertiggestellt; je einer für den Bereich Zerspanung, Zusammenbau und einer für den Meister.

In den Zeichnungssätzen für die Fertigung werden von der Abteilung AV farblich Markierungen und schriftliche Zusätze angefügt, auf die es bei der Fertigung besonders zu achten gilt. Das betrifft zum Beispiel Funktionsmaße oder besondere Bearbeitungsschritte und -folgen.

---

<sup>1</sup> DN    Diameter Nominal- engl. Nennweite

<sup>2</sup> PDF    plattformunabhängiges Dateiformat für Dokumente

## 3.2 Materialbestellungen

Nach dem Sichten der Zeichnungen muss als erster Schritt eine Materialaufstellung über sämtlich benötigte Profile, Blechgrößen und Normteile erstellt werden.

Es ist jedoch nicht weiter notwendig alle in den Stücklisten aufgeführten Positionen zu bestellen oder zu fertigen, da von der Firma Fackert Spezialarmaturen GmbH Beistellungen geliefert werden. Diese betreffen sämtliche Drehteile. Diese Positionen, dargestellt in der Tabelle 2, können also bei der Bestellung vernachlässigt werden. Da für alle Nenngrößen solch eine Beistellung existiert, ist dementsprechend die Materialbestellung anzupassen.

**Tabelle 2: Beistellungen**

### DN 1140/900

Pos.	Stück	Bezeichnung	Skizze- Nr.	Werkstoff/ WN
1	2	Zwischenflansch F 14	Ø175/Ø100x30 Zg.:40.37.0146/ D0001587	S355J2
2	4	Wellenlager Ø50	Ø162/x70 Zg.:97.30.0021/ C0003776	GGG40
3	1	Distanzring	Ø82/50x30 Zg.:40.36.0025/ C0003805	GGG40
4	4	Stopfbuchse	Ø77/47x127 Zg.:99.30.0060-a/ C0003712-a	GGG40
5	4	Scheibe Rohr	Ø85/20x102 Zg.:40.35.0073/ D0001689	1.4541
6	2	Antriebswelle	Ø50h9x916 Zg.:40.36.083/ D0001321	1.4541
7	2	Gegenlagerwelle	Ø50h9x682 Zg.:40.36.084/ D0001322	1.4541


<sup>3</sup> S355J2      Stahl für Stahlbau, min. Zugfestigkeit 355N/mm<sup>2</sup>, garantierte Kerbschlagarbeit von 27J bei 20°C

<sup>4</sup> GGG40      Gusseisen mit Kugelgraphit, min. Zugfestigkeit 400N/mm<sup>2</sup>

<sup>5</sup> 1.4541      Korrosionsbeständiger Stahl, X6CrNiTi18-10

<sup>6</sup> F14      AUMA<sup>®</sup>, Anschlussgröße für Antriebe, EN ISO 5210/ EN ISO 5211, DIN 3210/ DIN 3338

Zum Aufstellen der Materiallisten werden systematisch alle Zeichnungssätze, beginnend mit der Zusammenstellung (Abbildung 6), durchgesehen. In dieser sind die Baugruppen und Bauteile aufgelistet aus denen die Flanschklappe endmontiert wird.

4	Scheibe DIN 125 - B 10,5	29	St verz.			0,0 kg
2	Sechskantschraube DIN 933 M10x35	28	8,8 verz.			0,1 kg
1	Scheibe DIN 125 - B 8,4	27	St verz.			0,0 kg
1	Sechskantschraube DIN 933 M8x25	26	8,8 verz.			0,0 kg
8	Gewindeboizen DIN 976-1 - M16x70 - B	25	8,8 verz.			0,9 kg
4	Gewindeboizen DIN 976-1 - M16x85 - B	24	8,8 verz.			0,5 kg
24	Sechskantmutter DIN 934 - M16	23	8 verz.			0,8 kg
12	Sechskantschraube DIN 933 M16x60	22	8,8 verz.			1,6 kg
4	Sechskantschraube DIN 931 M16x100	21	8,8 verz.			0,8 kg
40	Scheibe DIN 125 - B 17	20	St verz.			0,4 kg
24	Teilefeder DIN 2093 - B 31,5	19	FSI			0,1 kg
1	Paßfeder A 14x9x70 DIN 6885	18	C45			0,1 kg
2	Flaonchiemoppel DIN 3404 - A M 10 x 1	17	5,6 verz.			0,0 kg
4	Packung 6 x 6	16	K95			0,0 kg
1	Schulzhaube	15	1.4301	40.35.0070		4,5 kg
1	Stellungsanzeige - Welle ø40	14	S355 J2 +N	40.34.0017		0,3 kg
2	geteilter Steilring ØB50	13	St			0,6 kg
1	Distanzring - Welle ø50	12	GGG40	40.36.0025		0,3 kg
1	Zwischenflansch - F14	11	S355 J2 +N	40.37.0146		3,0 kg
2	Wellenlager ø50	10	GGG40	97.30.0021		17,8 kg
2	Stopfbuchse - LA130-A - Welle ø50	9	S355 J2 +N	99.30.0061		1,9 kg
2	Stopfbuchse - Welle ø50...125lg	8	GGG40	99.30.0060 a		2,6 kg
10	Packung 8 x 8	7	K95			0,1 kg
1	Antriebskonsole - F14	6	S355 J2	40.37.0096		21,0 kg
2	Lagerkonsole	5	S355 J2	40.36.0020		42,1 kg
1	Gegenlagerwelle ø50...680	4	1.4541	40.36.0084		10,4 kg
1	Antriebswelle ø50...914	3	1.4541	40.36.0083		14,0 kg
1	Scheibe	2	1.4878	40.36.0082		67,1 kg
1	Gehäuse	1	P265 GH / 1.4878	40.36.0079	Flanges, casing - P265GH / Stop ring - 1.4878	308,1 kg
Stock	Benennung	Teil	Werkstoff	Zeichn.-Nr.	Bemerkung	Gewicht
Änderung						
"c"	Drawing revised			20.02.12	STR	MRO
"b"	Drawing revised			25.01.12	STR	MRO
"a"	Outotec No. and SAMARCO No. added			09.01.12	STR	MRO
Index				Datum	Name	Gepr.
Datum	Name	 <b>FACKERT</b> <b>SPEZIALARMATUREN</b>				
Gez.	19.12.2011					
Gepr.	21.02.2012					
Maße ohne Toleranzangabe DIN ISO 2768 Mittel	Maßstab	Schutzvermerk nach DIN 34 zu beachten Dieses Dokument darf nur im FACKERT EDV-System geändert werden				
Projekt-/Auftrags-Nr.		Entstanden aus: 40.36.0026 Ersatz für: Gehört zu: Blatt: 1 von: 2 Gesamtgewicht: 550,8 kg Zng.-Nr.: 40.36.0085				
120.160		Flanschklappe DN 1140/900 Zusammenstellung - rechtsschlagend Outotec No.: 030-VOP101-0085 - Rev 3 SAMARCO No.: UDA060P-M-16/0085 - Rev 3				

D0001325-c.dft

Abbildung 6: Stückliste DN1140/900

### 3.2.1 Verbindungsmittel

Es werden nun Tabellen für Normteile, Profile und Blechtafeln erstellt, welche dann mitlaufend zu den Zeichnungen aufgefüllt werden. Bei diesem Arbeitsschritt gilt es für sich persönlich übersichtlich und systematisch vorzugehen, da sich alle Flanschklappen im Aufbau sehr ähneln und nur in wenigen Positionen unterscheiden. Es kann daher sehr leicht zu Fehlern kommen, die unnötige Verzögerungen bei der Fertigung zur Folge haben.

Notwendig für die Auslösung einer Materialbestellung sind Angaben zur Ausführung des gewünschten Normteils, zu Anzahl und Materialgüte. Ferner wird in der Tabelle noch die DIN aufgeführt, welche zur Vereinfachung der Bestellung beiträgt. Nach diesen Kriterien wird die Tabelle aufgebaut und die entsprechenden Teile logisch nach Art und Größe geordnet.

Für diese Zusammenstellung 40.36.0085 St ergeben sich nun folgende Aufstellungen der Normteile (Tabelle 3):

**Tabelle 3: Verbindungsmittelaufstellung DN140/900**

Mansfeld  
Anlagenbau und  
Umwelttechnik AG

# Verbindungsmittelaufstellung

Auftrag: 12 1037,  
20x Flanschklappen ausgemauert

Blatt: 1 / 1  
Stand: 05.04.2012.  
Sig.: AV-Ja  
Status: 1

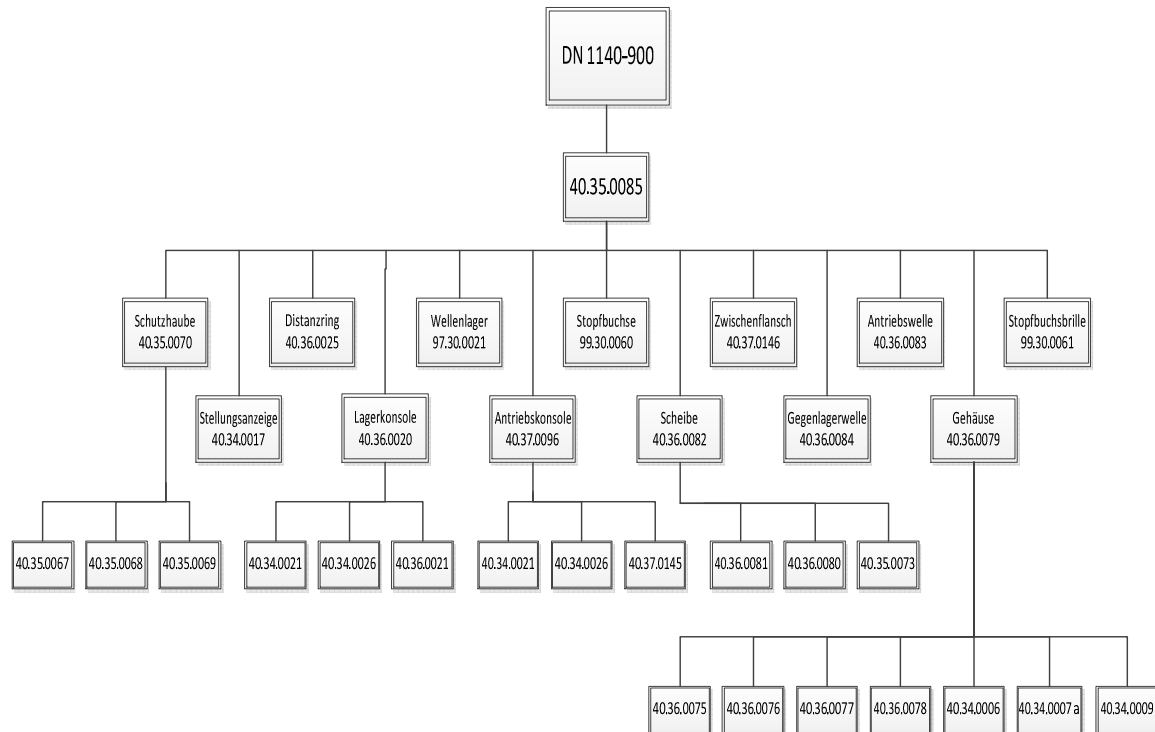
Pos.	Anz.	Bezeichnung	Normteil	Abmessungen			Güte	DIN	Bemerkung	Bemerkung 2
				Dicke / Typ	Länge	Breite				
1	1		SKS	M8x25			8.8 verz.	933		
2	2		SKS	M10x35			8.8 verz.	933		
3	12		SKS	M16x60			8.8 verz.	933		
4	4		SKS	M16x100			8.8 verz.	931		
5	2		SKM	M10			8 verz.	934		
6	24		SKM	M16			8 verz.	934		
7	1		Scheibe	B 8,4			St verz.	125		
8	4		Scheibe	B 10,5			St verz.	125		
9	40		Scheibe	B 17			St verz.	125		
10	8		Gewindebolzen	M16x70 B			8.8 verz.	976-1		
11	4		Gewindebolzen	M16x85 B			8.8 verz.	976-1		
12	24		Tellerfeder	B 31,5			FSt	2093		
13	1		Passfeder	A 14x9x70			C45	6885		
14	2		Flachschmiernippel	A m10x1			5.6 verz.	3404		
15	4		Halbrundkerbnagel	3x8			A2	1476		
16	1		Gewindestift	M6x16			45H	916		
17	3		Zylinderstift	16m6x90			14.541	7		

Die ausstehenden Positionen in der Stückliste 40.36.0085 St haben eine Zeichnungsnummer und sind folglich eigenständige Bauteile oder Baugruppen. Sie sind daher gesondert zu betrachten, um die Materialaufstellung zu komplettieren.

Als Beispiel dient die folgende Position mit der Zeichnungsnummer 40.35.0070 und der Bezeichnung *Schutzhaube*. Unter der zugehörigen Zeichnungsstückliste, welche im Zeichnungssatz mit dem Nummernzusatz St gekennzeichnet ist, finden sich wiederum drei Einzelzeichnungen 40.35.0067, 40.35.0068, und 40.35.0069. Diese stellen die Einzelbleche dar aus denen die Schutzhaube zusammen geschweißt wird. Es sind aber auch weitere Unterteilungen möglich (Abbildung 7).

Es wird nun die gesamte Stückliste der Flanschklappe DN 1140-900 durchgearbeitet und eine Tabelle für Normteile und Verbindungsmittel erstellt.

Verschachtelte Baugruppen werden dabei von übergeordneten Baugruppen hin zu Untergeordneten durchgearbeitet.



**Abbildung 7: Zeichnungsvernetzung**

Nachdem diese Tabelle aufgestellt wurde, muss die Anzahl der einzelnen Positionen mit der Anzahl der zu fertigenden Klappen dieses Nenndurchmessers multipliziert werden. Die so erhaltenen Stückzahlen für die Größe DN 1140-900 werden analog für die restlichen Durchmesser ermittelt und in der Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Verbindungsmittelaufstellung ausgemauert, gesamt



Mansfeld  
Anlagenbau und  
Umwelttechnik AG

# Verbindungsmittelaufstellung

Auftrag: 12 1037,  
20x Flanschklappen ausgemauert

Blatt: 1 / 1  
Stand: 05.04.2012.  
Sig.: AV-Jal  
Status: 1

Pos.	Anz.	Bezeichnung	Halbzeug	Abmessungen			Güte	Zertifikat	DIN	Gewicht	Bemerkung
				Dicke / Typ	Länge	Breite					
1	14		SKS	M8x25			8.8 verz.		933		
2	46		SKS	M10x35			8.8 verz.		933		
3	256		SKS	M16x60			8.8 verz.		933		
4	80		SKS	M16x100			8.8. verz.		931		
5	48		Gewindeb.	M12x75			8.8 verz.		976-1		
6	160		Gewindeb.	M16x70 B			8.8 verz.		976-1		
7	32		Gewindeb.	M16x85 B			8.8 verz.		976-1		
8	14		Scheibe	B 8,4			St verz.		125		
9	86		Scheibe	B 10,5			St verz.		125		
10	48		Scheibe	B 13			St verz.		125		
11	784		Scheibe	B 17			St verz.		125		
12	40		SKM	M10			8 verz.		934		
13	48		SKM	M12			8 verz.		934		
14	448		SKM	M16			8 verz.		934		
15	80		Kerbnagel	ø3x8			A2		1476		
16	2		Gewindestift	M6x8			45H		916		
17	14		Gewindestift	M6x12			45H		916		
18	4		Gewindestift	M6x16			45H		916		
19	24		Zylinderstift	12m6x80			1.4541		7		
20	18		Zylinderstift	16m6x90			1.4541		7		
21	18		Zylinderstift	20m6x120			1.4541		7		
22	480		Tellerfeder	B 31,5			FSt		2093		
23	40	Schmiernippel		A M 10x1			5.6 verz.		3404		
24	8		Passfeder	A 12x8x70			C45		6885		
25	6		Passfeder	A 14x9x70			C45		6885		
26	6		Passfeder	A 18x11x70			C45		6885		

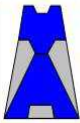
Die so erstellte Verbindungsmittelaufstellung wird ebenfalls für die nicht ausgemauerten Flanschklappen der Nennweiten DN 600 bis DN 2500 erarbeitet.

Anschließend sollten beide Listen zur Vereinfachung des Bestellvorganges in einer einzigen vereint werden.

### 3.2.2 Halbzeuge

Zur Erstellung der Tabelle 5 über benötigte Profile wird die gleiche Herangehensweise wie zuvor, bei Tabelle 4 beschrieben, angewandt. Es werden alle Zeichnungen gemäß der Zusammenstellung 40.36.0085 St durchgesehen und alle aufgeführten Rohre und Winkel nach Menge, Art und Materialsorte aufgeführt.

Tabelle 5: Materialbestellung Halbzeuge

 Mansfeld Anlagenbau und		<b>Materialbestellung</b> Auftrag: 12 1037, Teil 2 Halbzeuge 46x Flanschklappen Fackert								Blatt: 1 / 1 Stand: 08.04.2012 Sig.: AV-Ja Status: 1		
Pos.	Anz.	Bezeichnung	Halbzeug	Abmessungen			Güte	Zertifikat	DIN	Gewicht	Bemerkung	Bemerkung 2
				Dicke / Typ	Länge	Breite						
1	11		L	60x8	6 m		S355J2+N		1028			
2	1		FI	20x8	6 m		16 Mo3		1017			
3	26		FI	25x10	6 m		16 Mo3		1017			
4	4		FI	30x15	6 m		16 Mo3		1017			
5	4		U	120	6 m		S235JRG2		1026			
6	1		L	60x6	6 m		1.45.41		1028			
7	1		L	60x6	2 m		1.45.41		1028			
8	1		Rohr	ø51x3,2	3 m		1.45.41		2448			
9	1		Rohr	ø60,3x3,6	2 m		1.45.41		2448			
10	1		Rohr	ø70x3,2	2 m		1.45.41		2448			
11	1		Rohr	ø82,5x17,5	1 m		S355 J2H		2448			
12	1		Rohr	ø101,6x20	4 m		S355 J2H		2448			
13	1		Rohr	ø133x22,5	2 m		S355 J2H		2448			
14	1		Rohr	ø159x25	1 m		S355 J2H		2448			

### 3.2.3 Bleche

Aufgrund ihrer geometrischen Form, ist es unmöglich alle Bleche sinnvoll in einer zusammenhängenden Tabelle einzuordnen. Da die Bleche aber ohnehin erst zu einem späteren Zeitpunkt gefertigt werden müssen, verschiebt man die Aufstellung der erforderlichen Blechtafel und behilft sich einer Methode auf die im **Kapitel 3.3** näher eingegangen wird.

## 3.3 Schneidpläne

Zur weiteren Fertigung der Bauteile müssen die einzelnen Bleche, abhängig von ihren Materialdicken, unter Zuhilfenahme verschiedener Trennverfahren aus Blechtafeln gelöst werden. Bevor jedoch die NC-Pläne mit dem Programm *ByWork* von *Bystronic* erstellt werden können, müssen alle auszubrennenden Blechteile mittels CAD-Programm *AUTOCAD* von der Zeichnung in ein 2D Modell überführt werden. (Abbildung 8) Von diesem Modell kann dann eine DXF-Datei erstellt werden, welche für das NC-Programm lesbar ist. Folglich werden nun die Blechteile nach Materialart und Blechstärke sortiert, da hierdurch die Zuordnung zu den jeweiligen Trennverfahren entsteht.

<sup>7</sup> L warmgewalzter, gleichschenkliger, rundkantiger Winkelstahl

<sup>8</sup> FI Stabstahl, Warmgewalzter Flachstahl

<sup>9</sup> U warmgewalzter U-Profilstahl



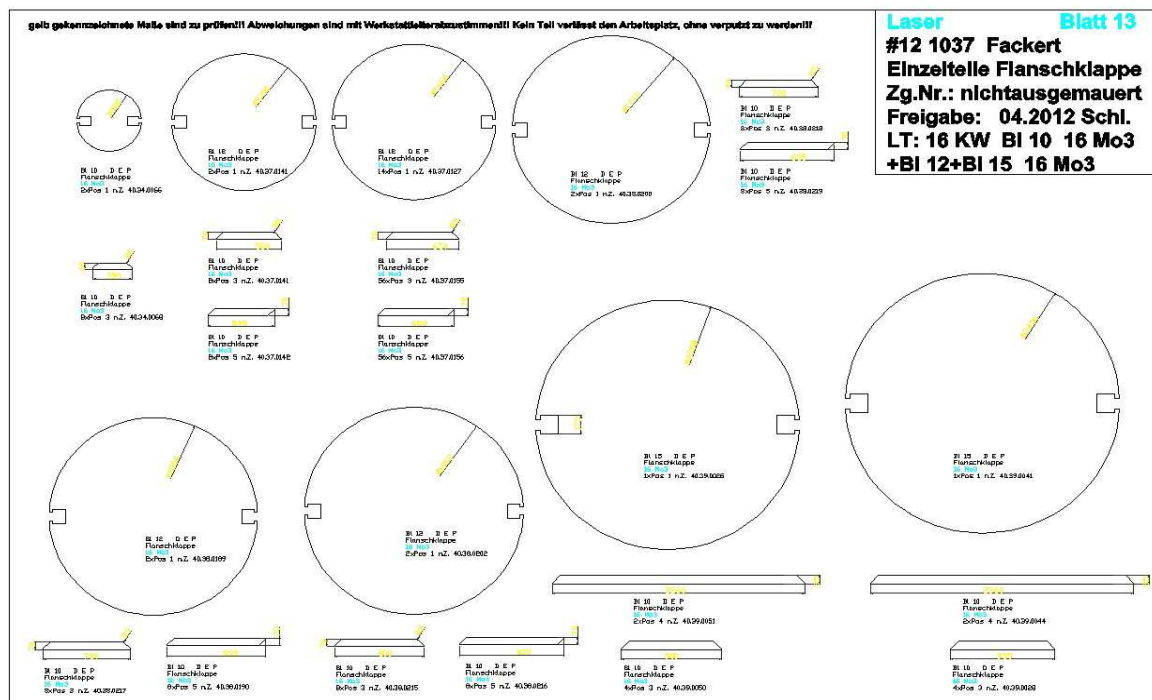


Abbildung 8: Brennteile - Blatt 13

Laser 1-15mm

Plasma 1-30mm

Autogen bis 250mm

Nach dem nun erfolgten Ordnen werden die DXF<sup>10</sup>-Dateien der Ordnungsgruppen in das Bearbeitungsprogramm geladen. Zur Veranschaulichung wird im **Kapiteln 3.3.1** ein Brennauftrag dargestellt, da es nicht zweckdienlich ist in dieser Arbeit sämtliche NC-Pläne darzustellen. Im Programm *ByWork* werden die Blechteile visualisiert und auf einer Blechtafel platziert. Da die meisten Brennteile eine komplizierte Form haben, erfolgt das Verschachteln automatisch mittels *ByWork*. Es kann jedoch noch manuell korrigiert werden, um bestimmte Anforderungen zu erfüllen. Die Dimensionen der hierbei verwendeten Blechtafel muss vom Anwender eingegeben werden. Entscheidend hierfür ist, dass alle Blechteile bei optimaler Ausnutzung darauf Platz finden und dass nach Möglichkeit entweder Blechtafeln vom Coil<sup>11</sup> oder genormte Blechformate [6] verwendet werden. Die handelsüblichen Formate teilen sich wie folgt auf:

*Kleinformat* (2000mmx1000mm), *Mittelformat* (2500mmx1250mm), *Großformat* (3000mmx1500mm).

<sup>10</sup> DXF Dateiformat zum externen interpretierbaren Datenaustausch zwischen Auto CAD-Systemen

<sup>11</sup> Coil engl. für *Spule*, ist ein aufgewickeltes Metallband oder Metalldraht



Neben dem wirtschaftlichen Aspekt der idealen Blechtafelgröße muss auch die maschinenseitige Komponente beachtet werden. Es gilt also die Breite und Länge des Maschinenbetts zu beachten. Bei sehr langen Blechtafeln kann es zudem vorkommen, dass der Schnitt unterbrochen werden muss, da der maximale Verfahrensweg des Brenners erschöpft ist und die Brennkontur nachgesetzt werden muss. In diesem Fall ist es sinnvoll, manuell die Teile schon im NC-Programm so zu platzieren, dass keine Unterbrechung in den Konturen auftreten. Auch eine Korrektur hinsichtlich der Stegbreite ist situationsbedingt erforderlich. Der Steg ist der Teil, welcher zwischen 2 Konturen oder einer Kontur und dem Blechtafelrand nach der Bearbeitung übrig bleibt. Entscheidend ist diese Breite für die Maßhaltigkeit besonders bei sehr langen, gerade verlaufenden Teilen. Grund dafür ist der Wärmeeintrag des Trennvorganges, welcher bei zu schmalen Stegen zum Hitzestau und somit zum Verzug führt.

Die nun in diesem Schritt benötigten Blechtafeln können zur Bestellung verwendet werden und sind idealerweise schon nach Dicke und Güte sortiert.

### 3.3.1 Laser

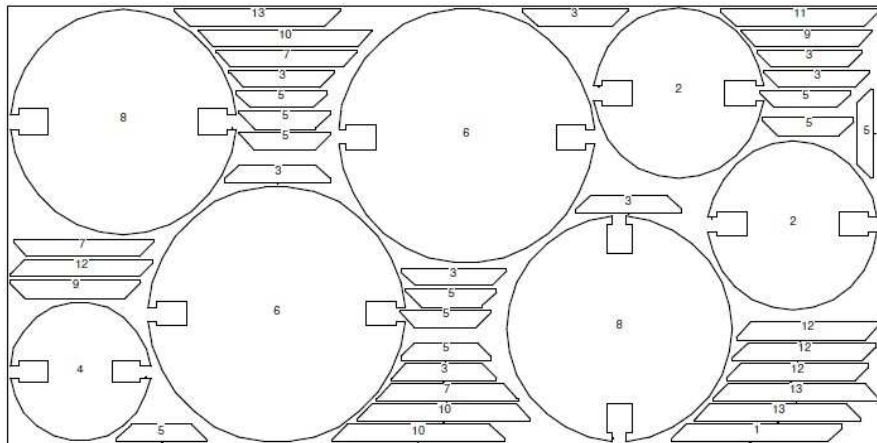
Im Dünnblechbereich von 1 bis 15mm kommt ein Laserbrennportal vom Typ *Bystronic BTL 3500 Turbo* zum Einsatz. Der Vorteil dieser Anlage liegt in der hohen Bearbeitungsgeschwindigkeit, der hohen Maßhaltigkeit der fertigen Brennteile und der Möglichkeit sämtliche Materialien zu bearbeiten. Nachteilig ist jedoch, dass nur dünne Bleche bis 15mm ausgebrannt werden können. Als weiterer Nachteil sein die hohen Kosten gegenüber Autogen- und Plasmabearbeitung genannt. Ebenfalls zu beachten gilt es, dass durch den hohen punktuellen Wärmeeintrag, die Blechteilkanten sehr hart und spröde werden. Dies liegt daran, dass die Wärmeeintragszone sehr klein ist und nach dem Schmelzen sehr schnell abkühlt.

Nachstehend ein Auszug aus einem Laserplan für den Auftrag in dieser Arbeit. In der Abbildung 9 werden die Kriterien, welche an die Schneidplanerstellung gestellt werden deutlich.

ByWork Auftragsliste

**ByWork Arbeitspapier****Plandaten**

Dateiname	Plan Dimension	Tafel Dimension	Durchläufe	Schneidzeit	Verschnitt	Anz. Teile
(1)	2975 x 1495 mm	3000 x 1500 mm	1	87,84 min	21,8%	42

**Flachteildaten**

Teil Nr.	Zeichnungs Nr.	Dimension	Anzahl	Schneidzeit	Gewicht
1	40.37.0105P5	580 x 65 mm	1	2.07 min	2.554 kg
2	40.35.0048P1	578 x 580 mm	2	4.16 min	19.111 kg
3	40.35.0049P3	360 x 65 mm	8	1.34 min	1.499 kg
4	40.35.0059P1	478 x 480 mm	1	3.61 min	12.862 kg
5	40.35.0061P3	310 x 65 mm	10	1.17 min	1.264 kg
6	40.36.0080P1	874 x 875 mm	2	5.68 min	45.593 kg
7	40.36.0081P3	480 x 65 mm	3	1.73 min	2.064 kg
8	40.36.0091P1	773 x 775 mm	2	5.17 min	35.401 kg
9	40.36.0092P3	445 x 65 mm	2	1.62 min	1.900 kg
10	40.37.0104P3	590 x 65 mm	3	2.10 min	2.582 kg
11	40.37.0114P3	540 x 65 mm	1	1.93 min	2.347 kg
12	40.37.0115P5	485 x 65 mm	4	1.76 min	2.107 kg
13	40.37.0143P3	565 x 65 mm	3	2.01 min	2.465 kg

**Abbildung 9: ByWork Laserplan**

Gut ersichtlich ist eine optimale Ausnutzung des verwendeten Blechformates. Dieses ist mit den Abmessungen 3000x1500mm dem Großformat zuzuordnen und somit günstiger bei der Bestellung. Grund dafür ist, dass die handelsüblichen Formate vorrangig produziert werden und somit schneller verfügbar und kostengünstiger in der Beschaffung sind. Es ist zu erkennen, dass eine computergestützte Aufteilung von Vorteil ist, da manuelles Ordnen von kreisförmigen und polygonalen Flächen erheblich mehr Zeit in Anspruch nimmt.

### 3.3.2 Autogen

Die Autogenbrennanlage *BACH MultiCut* wird bei allen unlegierten Baustählen mit einem niedrigen Kohlenstoffgehalt bis 250mm Blechdicke verwendet. Zum Aufschmelzen des Materials kommt eine Sauerstoff-Acetylen-Flamme zum Einsatz. Ebenfalls gibt es hier wieder Vor- und Nachteile des Verfahrens. Vorteilig ist ein 3mal kostengünstigerer Einsatz als die Laserbearbeitung. Außerdem können Blechdicken bis 250mm getrennt werden. Als Nachteil zählen der hitzebedingte Verzug, die ungenauen Brennkanten (Gratbildung), welche ein Nacharbeiten zwingend notwendig machen. Weiterhin gibt es wie eingangs schon erwähnt Einschränkungen im zu trennenden Material.

### 3.3.3 Plasma

Die Plasmabearbeitung erfolgt auf der gleichen Anlage wie die Autogenbearbeitung mit dem Unterschied, dass verschiedene Brenner benutzt werden. Es können Bleche bis 30mm und im Gegensatz zum Autogen-Brennschneiden auch Aluminium und Edelstahlwerkstoffe getrennt werden. Ein weiterer Vorteil zum Autogen-Brennschneiden liegt in der höheren Energiedichte des Plasmas. Dies verringert die Wärmeeinflusszone und somit den Hitzeverzug und die Gratbildung.

## 3.4 Zuschnittlisten

Um beim Zuschnitt der Profilstangen Zeit einzusparen wird eine Sägezuschnitt-Liste erstellt (Tabelle 6), in der alle zu sägenden Profilstücke aufgelistet sind. Diese Liste dient der Arbeitserleichterung des Arbeiters, da dieser keine Zeit mehr aufbringen muss, um aus den Zeichnungssätzen die betreffenden Positionen herauszusuchen. In der Liste werden die Teile fortlaufend nach Profilart, benötigtem Material, Sägelänge und Stückzahl aufgeführt. Aufgrund dieser Angaben kann sofort mit dem Zuschnitt begonnen werden. Ferner werden unter der Spalte *Bemerkung* eventuelle Sägeanweisung eingetragen. Um eine einwandfreie Bearbeitung zu gewährleisten betreffen diese den Sägewinkel oder die Zeichnungsposition.

Tabelle 6: Sägezuschnitt-Liste

Mansfeld  
Anlagenbau und  
Umwelttechnik AG

# Sägezuschnitt - Liste

Auftrag Nr.: 12 1037

Bezeichnung: Flanschklappen, ausgemauert

Blatt: 1 / 1  
Stand: 04.06.2012

Sig.: AV-Ja

## Gewerbeart

Bemerkung FA	Pos.	Zeichnung	Profil	Material	Länge	Stück	Säg	S/B	Bemerkung
	1	40.35.0062	Winkel 60x6	1.4541	195	16	x		Pos 4
	2	40.35.0050	Winkel 60x6	1.4541	295	4	x		Pos 4
	3	40.36.0093	Winkel 60x6	1.4541	490	4	x		Pos 4
	4	40.36.0082	Winkel 60x6	1.4541	595	4	x		Pos 4
	5	40.37.0116	Winkel 60x6	1.4541	785	4	x		Pos 4
	6	40.37.0090	Winkel 60x6	1.4541	897	4	x		Pos 4
	7	40.37.0106	Winkel 60x6	1.4541	980	4	x		Pos 4
	8	40.34.0065	Winkel 60x6	S355J2+N	302	4	x		Pos 4, aus Bestand
	9	40.37.0139	Winkel 80x8	S355J2+N	1016	4	x		Pos 4, 11 Stangen= 66m
	10	40.37.0126	Winkel 80x8	S355J2+N	1194	28	x		Pos 4
	11	40.38.0199	Winkel 80x8	S355J2+N	1478	4	x		Pos 4
	12	40.38.0188	Winkel 80x8	S355J2+N	1562	4	x		Pos 4
	13	40.38.0201	Winkel 80x8	S355J2+N	1656	4	x		Pos 4
	14	#12 1037	U-Profil 180	S235 JRG2	185	120	x		
	15	40.35.0058	Rohr ø50x3	1.4541	120	16	x		Pos 5
	16	40.36.0079	Rohr ø60,3x3,6	1.4541	120	12	x		Pos 5
	17	40.37.0102	Rohr ø70x3	1.4541	120	12	x		Pos 5
	18	40.34.0056	Rohr ø82,5x17,5	S355 J2H	100	4	x		Pos 3
	19	40.35.0054	Rohr ø82,5x17,5	S355 J2H	125	16	x		Pos 4
	20	40.34.0007	Rohr ø88,9x16	S355 J2H	125	12	x		Pos.4, Material vorhanden,
	21	40.36.0014	Rohr ø101,6x17,5	S 355 J2H	125	12	x		Pos 4
	22	40.36.0041	Rohr ø101,6x20	S355 J2H	100	32	x		Pos 4
	23	40.38.0076	Rohr ø133x22,5	S355 J2H	100	12	x		Pos 3
	24	40.39.0017	Rohr ø159x25	S355 J2H	110	4	x		Pos 3

Zusätzlich zur Sägezuschnitt-Liste wird noch eine Liste mit Stabaufteilungen herausgegeben. (Tabelle 7) In dieser sind die benötigten Profile, üblicherweise 6m Stangen, in die einzelnen Positionen unterteilt und gegebenenfalls der Lagerort vermerkt. Hierdurch wird dem Arbeiter wieder Zeit erspart, da schon festgelegt wurde wie viele und welche Teile aus den Stangen gefertigt werden müssen. Die Aufteilung der Profilstangen erfolgt in der Arbeitsvorbereitung unter Berücksichtigung einer Sägeschnitzzugabe und der Maßgabe einer möglichst effizienten Ausnutzung des Materials. Zusätzlich wird pro Säge teil noch ein Aufmaß mit beaufschlagt um eine Nachbearbeitung zu ermöglichen.

Tabelle 7: Stabaufteilung

Stabaufteilung	4x 6m Stange U-Stahl						2 Stück an der Säge
	4x 30x200 mm	=6.000 mm					
	1x 3m Stange Rohr ø50x3,2						
	1x 16x 135 mm	=2.160 mm					
	1x 2m Stange Rohr ø60,3x3,6						
	1x 12x135 mm	=1.620 mm					
	1x 2m Stange Rohr ø70x3,2						
	1x 12x135 mm	=1.620 mm					
	1x 1m Stange Rohr ø82,5x17,5						
	1x 4x110 mm	=440 mm					
	1x 16x 135 mm	=2.160 mm					Rest aus Rd 90
	1x 4m Stange Rohr ø101,6x20						
	1x 32x110 mm	=3.520 mm					Rest aus Rd
	1x 12x135 mm	=1.620 mm					
	1x 2m Stange Rohr ø133x22,5						
	1x 12x115 mm	=1.380 mm					
	1x 1m Stange Rohr ø159x25						
	1x 4x125 mm	=500 mm					
	3x 6m Stange Winkel 60x6						
	1x 16x195 + 4x295 + 1x980 + 1x490	=5.780 mm					
	1x 3x980 + 3x490 + 1x595 + 1x897	= 5.902 mm					
	1x 3x897 + 4x785	= 5.831 mm					
	1x 3x595	= 1.785 mm					

### 3.5 Prüfpläne

Die Pflege der Prüfpläne dient der innerbetrieblichen Qualitätskontrolle. Es werden Pläne für alle relevanten Abschnitte der Fertigung erstellt. Im vorliegenden Fall wären dies Protokolle für folgende Bearbeitungsschritte:

- Laser
- Brennportal( Autogen& Plasma)
- Walzen
- Zusammenbau
- Montage

Dabei gibt es zwei verschiedene Arten von Prüfplänen. Es gibt jene für die maßliche Kontrolle. Darin werden alle wichtigen Funktionsmaße, Form- und Lagetoleranzen aufgeführt. Dies schließt nach *DIN ISO 2768* allgemein tolerierte Maße nicht ein. Und es gibt welche, die der Selbstkontrolle des durchführenden Arbeiters dienen.



## 4 Montage

### 4.1 Problemstellung

Der Einsatz der Klappen erfolgt in einem chemisch aggressiven Hochtemperaturmilieu zur Regulierung von Prozessdämpfen in einer Kokerei. Dabei werden die Klappen bei Durchschnittstemperaturen von 450°C eingesetzt. Kurzzeitig auftretende Spitzentemperaturen von bis zu 900°C, die bei der Regelung der Anlage auftreten, stellen eine starke thermische Belastung dar. Diese Belastung führt bei den unterschiedlich eingesetzten Materialien aufgrund der verschiedenen Wärmeausdehnungskoeffizienten zu unterschiedlich starken Wärmeausdehnungen. Die Ausdehnung der Materialien kann im Bereich der Anschläge zu Problemen führen, welche ein Schließen bzw. Öffnen der Klappen unmöglich machen und eine Unterbrechung der Produktion nach sich ziehen. Im Extremfall kann dies sogar zur Zerstörung der Drosselklappen führen. Daher ist bei der Montage der einzelnen Bauteile zur fertigen Drosselklappe auf eine fluchtende Positionierung aller für die Drehung der Klappe verantwortlichen Segmente zu achten, um eine möglichst spannungsfreie und somit leichtgängige Funktion zu gewährleisten. Ferner muss bei der Montage auf bestimmte Abstandsmaße geachtet werden, da die Wärmeausdehnung ungleichmäßig, auf die beiden Lagerböcke verteilte Auswirkungen hat. Der Grund dafür ist die konstruktive Auslegung der Wellenlagerung als Los- und Festlagersitz.

### 4.2 Vorüberlegung

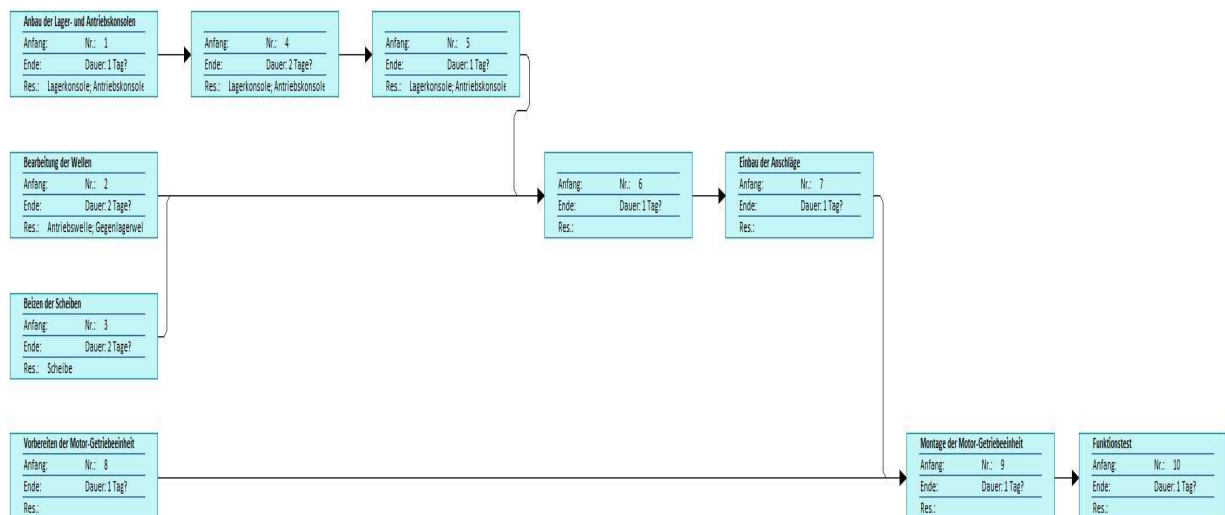
Resultierend aus der Tatsache das 46 Flanschklappen fristgerecht, parallel zu anderen Aufträgen laufend, gefertigt werden, tritt eine besondere Schwierigkeit auf. Die für die Endmontage benötigten Teile und daraus gefertigten Baugruppen müssen in ausreichender Menge hergestellt und dem Montageteam zum Zusammenbau bereitgestellt werden. Ferner ist bei der Montage der einzelnen Baugruppen keine Automatisierung möglich, da durch die teilweise aufwändige geometrische Form der Bauteile und der erforderlichen Toleranzen bei allen Montageschritten Anpassarbeiten notwendig sind. Diese treten bedingt durch den Hitzeverzug beim Schweißen sowie den Fertigungstole-

ranzen in der mechanischen Bearbeitung auf. Bedingt durch die Nacharbeiten werden die Montagezeiten schlecht kalkulierbar, da jede Flanschklappe ein Einzelstück ist.

Durch diese schwer einschätzbaren Gegebenheiten ist eine genaue Terminplanung sehr schwierig und im hohen Maße vom Können und der Erfahrung der Monteure abhängig.

Aufgrund dieser Anforderungen, welche die Montage an die Mitarbeiter stellt, ist eine relativ hohe Einarbeitungszeit notwendig, was wiederum kein Wechsel der Belegschaft zwischen verschiedenen Aufträgen zulässt. Um die Endmontage überschaubar zu gestalten und die Einarbeitungszeiten so gering wie möglich zu halten wird die Montage in einzelne Teilmontagen gegliedert und diese in Abhängigkeiten zueinander gesetzt.

Zur Veranschaulichung wird die Montage einer ausgemauerten Flanschklappe mittels Montagevorranggraphen dargestellt (Abbildung 11)



**Abbildung 11: Montagevorranggraph - Flanschklappe, ausgemauert**

1. Anbau der Lager- und Antriebskonsolen
2. Bearbeitung der Wellen
3. Beizen der Scheiben
4. Farbgebung
5. Endmontage der Konsolen
6. Einbau der Scheiben
7. Einbau der Anschläge
8. Vorbereiten der Motor-Getriebeeinheit
9. Montage der Motor-Getriebeeinheit
10. Funktionstest



Die Zeiten des dargestellten Graphes beziehen sich nur auf die Montage einer Flanschklappe und wurden für einzelne Montageschritte mit einem Tag als kleinste Zeiteinheit veranschlagt. Es wird als kleinste Zeiteinheit ein Tag zur Darstellung benutzt, da die Montageschritte an mehreren Drosselklappen gleichzeitig durchgeführt werden und teilweise nur wenige Minuten beanspruchen.

Das Schema stellt den prinzipiellen Ablauf der Montage dar, in der ein Teilschritt an mehreren Bauteilen durchgeführt wird und dann erst der nächste Schritt auf alle Teile angewendet wird. Auf diese Weise durchlaufen alle Bauteile einen Montageschritt bevor der Nächste erfolgt. Dadurch muss für jeden Teilabschnitt nur einmal der Arbeitsplatz vorbereitet werden und der Arbeitsfluss kann durch die folgende repetitive Arbeit beschleunigt werden. Die Monteure können sich so voll auf einen Abschnitt konzentrieren bevor ein Umbau des Arbeitsplatzes und ein Eindenken in neue Handgriffe notwendig werden.

Alle Positionsangaben im **Kapitel 4** beziehen sich auf die Zusammenbauzeichnung 40.36.0085 und deren Stückliste 40.36.0085 St der Flanschklappe DN 1140/900. Angaben zu Zeichnungsnummer verweisen auf entsprechende Zeichnungen, die aus Gründen der Übersichtlichkeit dem beigefügten Zeichnungssatz zu entnehmen sind.

Alle Schraubverbindungen sind während der Vormontage nur "*handfest*" zu verschrauben, da die Baugruppen nur zum Ausrichten montiert werden. Eine exakte Verwendung von vorgegebenen Anzugsmomenten erfolgt bei der Endmontage der Flanschklappen.

## 4.3 Vormontage

### 4.3.1 Anbau der Lager- und Antriebskonsolen

Beginnend mit der Montage erfolgt zuerst eine Zuordnung der verwendeten Lager- und Antriebskonsolen zu den Gehäusen der Flanschklappen. Um während des Zusammenbauens Zeit zu sparen, werden am Montagearbeitsplatz alle benötigten Verbindungsmittel, welche unter **Kapitel 3.2.1** aufgelistet wurden, bereit gestellt. Dieser Schritt erfolgt vor der Farbgebung um einen allseitigen Korrosionsschutz der verbauten Teile zu gewährleisten. Bei der dafür erforderlichen Vormontage wird als erstes das fertig geschweißte Gehäuse *Pos. 1* am Montageplatz auf eine, für den Arbeiter optimale, Arbeitshöhe aufgebockt und mit den Flanschflächen horizontal ausgerichtet. (Abbildung 12)



**Abbildung 12: Vormontage, Gehäuse aufgebockt**

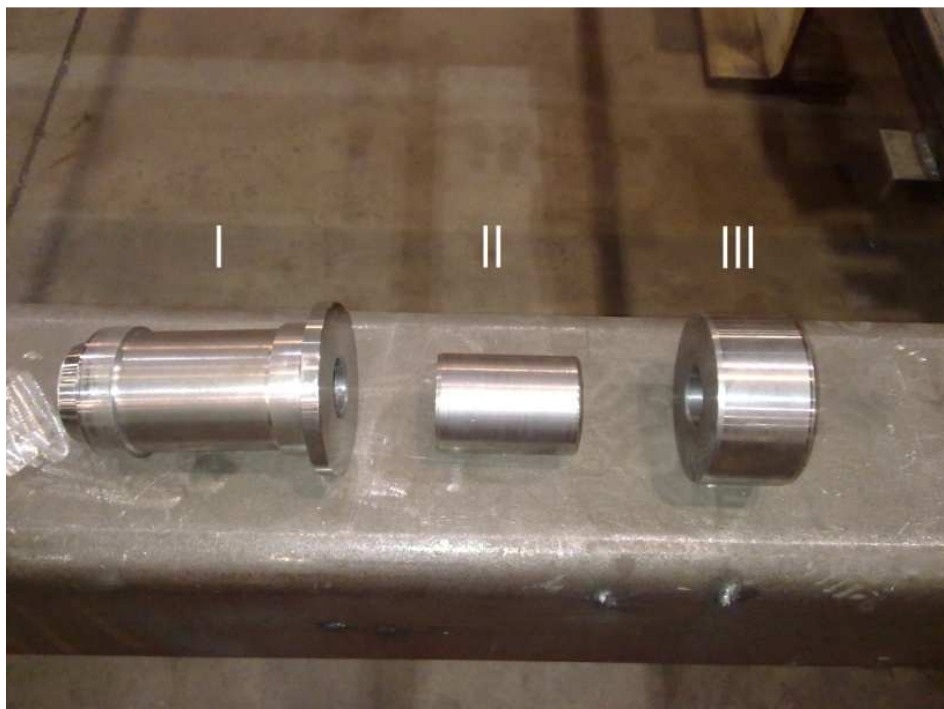
Als nächster Schritt erfolgt die lose Verschraubung mit 2 Lagerkonsolen *Pos. 5*, jeweils eine auf der Antriebsseite und eine auf der Gegenlagerseite. Diese bestehen zunächst jedoch nur aus 2 U-Profilen U180..185 40.34.0026, welche mit dem Blech 15x90x190 40.34.0021 verschweißt wurden. Die Lagerkonsolen werden erst nach dem Ausrichten am Gehäuse ausgeschweißt, um eine möglichst leichtgängige Drehung der Achse zu gewährleisten.

Zum Ausrichten der Bohrungen der momentan gefertigten Konsolen mit den Gehäusebohrungen wird eine sogenannte Setzstange verwendet. Der Außendurchmesser der Setzstange beträgt 35mm und ist somit kleiner als der Durchmesser aller verwendeten Antriebs- und Gegenlagerwellen. Auf diese werden passend abgedrehte Hülsen aufgesteckt. Die Hülsen der Setzstange variieren im Außendurchmesser je nach zu montierenden Wellenlagern. Es können somit alle vorkommenden Wellen und Buchsen von 40mm bis 100mm ersetzt werden. Die Setzstange wird durch die Bohrungen des Gehäuses, entlang der Drehachse der späteren Klappe geschoben. (Abbildung13)



**Abbildung 13: Vormontage, Gehäuse mit eingebrachten Montagehilfsmitteln**

Bei der Positionierung der Setzstange wird die aus Graphitschnur 8x8 bestehende Dichtung Pos. 7 und die Stopfbuchse Pos. 8 durch 2 Montagehülsen I (Abbildung 14) ersetzt. Es ist darauf zu achten, dass sich die Montagehülsen I leicht in der Bohrung drehen lassen. Gegebenenfalls sind Strahlsand und Unebenheiten zu beseitigen.



**Abbildung 14: Montagehülsen**

Das Wellenlager  $\varnothing 50$  Pos.10 wird zur Montage mit dem Stirnblech 15x190x450 40.26.0021 der Konsole fest verschraubt und mit dem Lagersitz des Wellenlagers auf die Montagehülse II der Setzstange geschoben. Das am Gehäuse lose verschraubte U-Profil-Blech Bauteil wird mit gleichem Seitenabstand und parallel zu den Körperkanten des Bleches 40.34.0006 des Gehäuses vermittelt und fest geschraubt. Das mit dem Wellenlager  $\varnothing 50$  Pos.10 verschraubte Blech wird nun an die U-Profile heran geschoben und von einem Arbeiter auf der Montagehülse II konzentrisch und coaxial ausgerichtet, so dass sich die Setzstange leichtgängig von Hand bewegen lässt. (Abbildung 15) In dieser Stellung wird das Blech 15x190x450 mit dem U-Profil U180..185 zusammengeheftet. Dieser Arbeitsablauf erfolgt auf beiden Seiten des Gehäuses mit Augenmerk auf die Leichtgängigkeit der Montagehülse II.



**Abbildung 15: Vormontage, Montage einer Lagerkonsole**

Für die Montage der Antriebskonsole F14 Pos. 6 werden wieder 2 aus U-Profil 40.34.0026 und Blech 15x90x190 40.34.0021 bestehende Bauteile zunächst lose, auf der Antriebsseite des Gehäuses, an der zuvor angebrachten Lagerkonsole Pos. 5 angeschraubt. Nach der Ausrichtung welche analog zur Lagerkonsole Pos. 5 erfolgt, wird die Montagehülse III auf die Setzstange geschoben. Der Außendurchmesser von 100mm entspricht dabei dem Bohrungsdurchmesser des Bleches 15x190x450. 40.37.0145. Das sich auf der Montagehülse III befindliche Blech muss wieder konzentrisch und coaxial zu dieser ausgerichtet und dann geheftet werden. Es ist wieder auf eine leichte Verschiebbarkeit der Montagehülse zu achten. (Abbildung 16)





**Abbildung 16: Vormontage, Ausrichten der Antriebs-seitigen Konsolen**

Nachdem alle 3 Konsolen vormontiert wurden, werden sie eindeutig mit Schlagzahlen gekennzeichnet, um sie bei der Endmontage wieder den richtigen Gehäusen zuordnen zu können. (Abbildung 17)



**Abbildung 17: Wellenlager mit Schlagzahlen**

Dieser Schritt ist einerseits notwendig da durch die Farbgebung nur noch Markierungen durch das Hartstempeln erkennbar sind und somit ein Vertauschen der Bauteile ausgeschlossen wird. Andererseits ist es sinnvoll, da durch diese Maßnahme wertvolle Zeit beim erneuten Ausrichten in der Endmontage eingespart wird.

### 4.3.2 Zusammenbau der Scheiben

Bevor die Flanschklappe zusammengesetzt werden kann, muss die Scheibe *Pos. 2*, welche aus dem Werkstoff 1.4541 gefertigt wurden, zur Nachbehandlung. Das bedeutet im konkreten Fall eine chemische Behandlung, um die beim Schweißen entstandene Oberflächenoxidation zu entfernen. (Abbildung 18) Dies ist unbedingt notwendig, da sonst in der Arbeitsatmosphäre, in der die Klappen eingesetzt werden, diese Oxidationsstellen Ausgangspunkt für ein beschleunigtes Durchrosten der Scheiben sind. Ein möglicher Funktionsausfall kann in Folge dessen auftreten.



Abbildung 18: Montagefertige Scheiben

### 4.3.3 Vorbereiten der Antriebs- und Gegenlagerwellen

Bevor die eigentlichen Antriebs- und Gegenlagerwellen *Pos. 3* & *Pos. 4* in die Baugruppe Flanschklappe eingesetzt werden können, müssen diese zuvor bearbeitet werden. Die Antriebswelle sowie die Gegenlagerwelle werden in der fertigen Baugruppe mit dem Bauteil Scheibe *Pos. 2* verstiftet. Um eine exakte Verstiftung zu gewährleisten, werden die mit den Wellen zu verbindenden Buchsen 40.35.0073, gemäß Zeichnung 40.35.0082, bündig geheftet und zusammen gebohrt und gerieben. (Abbildung 19) Dadurch wird sichergestellt, dass die Passungsbohrungen der Wellen mit denen der

Buchsen fluchten und den gleichen Abstand zueinander haben. Für die Welle-Nabe-Verbindung werden 3 Zylinderstifte 16m6x90 verwendet, welche mit leichten Hammerschlägen in die Passungsbohrungen getrieben werden. Dadurch ist es später noch möglich, sollte es notwendig sein, die Scheiben wieder zu demontieren. Um ein Herausfallen der Stifte zu verhindern, ist eine gewisse Flächenpressung notwendig. Diese wird erreicht durch Auslegung der Passungsbohrungen als leichte Übermaßpassung mit H7/m6.



**Abbildung 19: Montagefertige Antriebs- und Gegenlagerwellen**

#### **4.3.4 Farbgebung**

Alle Bauteile werden aus Korrosionsschutz- und optischen Gründen mit einer Metallschutzgrundierung versehen.

### **4.4 Endmontage**

Bei der Endmontage werden sämtliche Bauteile und Baugruppen zur fertigen Flanschklappe montiert und deren Zusammenspiel, für eine reibungslose Funktion, aufeinander abgestimmt.

Dabei werden die Flanschklappen von zwei Montageteams parallel zusammen gebaut. Unterstützt werden sie dabei von einem Arbeiter, welcher einen kontinuierlichen Nachschub an Verbindungsmittel und Bauteilen gewährleistet. Ebenfalls ist er verantwortlich für den Transport der einzelnen Baugruppen zwischen den Montageplätzen. Durch diese Unterstützung ist eine unterbrechungsfreie Montage sichergestellt.

#### 4.4.1 Anbau der Lagerkonsolen

Nachdem das Gehäuse und die Lagerkonsolen in der Abteilung des Korrosionsschutz ihren Endanstrich bekommen haben, werden die Teile zurück zum Montagearbeitsplatz gebracht und dort nach ihren Schlagzahlen zugeordnet. (Abbildung 20)



**Abbildung 20: Gehäuse nach der Korrosionsschutzbehandlung**

Folgend werden die zuvor zugeordneten Lagerkonsolen wieder an das Gehäuse geschraubt und die Montagehülsen I und II in die Bohrungen geschoben. Dann werden die Lagerkonsolen mit Hilfe der Setzstange und den Montagehülsen, analog der Vormontage ausgerichtet. Auf die Antriebsseite wird ebenfalls noch die Antriebskonsole montiert und mittels der Montagehülse III ausgerichtet. (Abbildung 21) Es ist wieder auf eine leichtgängige per Hand mögliche Drehung der Welle zu achten.





**Abbildung 21: Endmontage, Wiederaufbau der Konsolen**

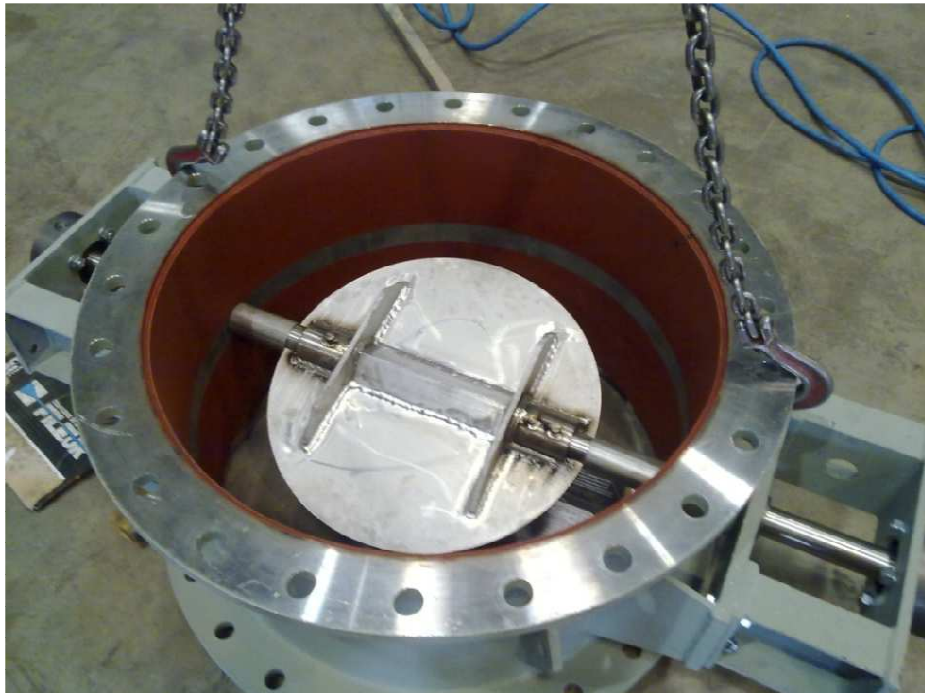
#### **4.4.2 Einbringen der Wellen**

Sind die Lagerkonsolen und Wellenlager angebaut und exakt ausgerichtet, können die Antriebs- und Gegenlagerwelle in die Bohrungen entlang der Drehachse geschoben werden. Dazu müssen zunächst die Buchsen 40.35.0073 mit den Wellen auf einer festen Unterlage verstiftet werden. Grund dafür ist, dass es bei einer nachträglichen Verstiftung im Gehäuse zum Verzug der Wellen kommen kann, wenn die zum Verstiften notwendige Kraft senkrecht zur Längsrichtung der fliegend gelagerten Achsen wirkt. Als nächster Schritt werden die Stopfbuchsen Pos. 8 in die Gehäusebohrung und dann die beiden Wellen Pos. 3 & Pos. 4 von innen nach außen durch die Lagerkonsolen Pos. 5 geschoben. Dabei muss die Antriebswelle zuerst montiert werden, da es bei kleineren Nenngrößen der Gehäuse unmöglich ist diese, aufgrund ihrer Länge, als zweites in die Bohrungen zu schieben. Ferner ist darauf zu achten, dass die Rohre  $\varnothing 60,3 \times 3,6 \dots 120$  40.36.0079 zusammen mit den Wellen Pos. 3 & Pos. 4 montiert werden. Diese werden später mit den Anschlägen der Scheibe verschweißt.

### 4.4.3 Einbau der Scheibe

Zum Einbau der Scheibe *Pos. 2* wird das Gehäuse wieder auf eine für den Monteur angenehme Arbeitshöhe aufgebockt. Die zu montierende Scheibe wird konzentrisch zum Gehäuse ausgerichtet und mittels Kran in Selbiges eingelassen. Dabei wird die Drehachse der Scheibe zu den Gehäusebohrungen in Flucht gebracht. Bevor die Scheibe mit den gestifteten Wellen verschweißt wird, muss sie in die exakte Höhe von 252,5mm gebracht werden. Da alle Drosselklappen unabhängig von Außendurchmesser und Bauart die gleiche Breite haben, kann die korrekt einzustellende Höhe für alle Scheiben einfach rechnerisch bestimmt werden. Sie ergibt sich aus der Hälfte der Gehäusebreite von 515mm vermindert um die Hälfte der Scheibendicke von 10mm. Um diese zu ermitteln wird auf die Planfläche des obenliegenden Flansches eine Lehre gelegt und von dessen Unterkante lotrecht nach unten das Maß bis zur Scheibe gemessen. Dieser Vorgang wird zweimal jeweils an der Außenkante der Scheibe durchgeführt und dann noch zweimal um 90° versetzt. Die errechnete Höhe wird oberhalb der Scheibe mittels Kran und unterhalb der Scheibe mittels verstellbarer Stützen eingefahren. Nach Erreichen der geforderten Höhe müssen gleichmäßige Abstände zu den Rohren  $\varnothing 60,3 \times 3,6 \dots 120 40.36.0079$  auf beiden Seiten der gestifteten Buchsen eingestellt werden. Nach dieser Vermittlung werden die gestifteten Wellen mit ihren Buchsen in die gleiche Richtung gedreht. Sind alle Abstände hinreichend groß, kann die Scheibe mit den Buchsen der beiden Wellen geheftet und verschweißt werden. Dabei ist auf die richtige Schweißfolge zu achten um Verzug und Spannungen zu minimieren. Auf diesen Arbeitsschritt soll aber in dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden. (Abbildung 22)

Nach dem Schweißen ist eine Funktionsprobe notwendig um sicherzustellen, dass durch den Hitzeeintrag des Schweißens kein Verzug der Wellen auftritt. Jeder auftretende Verzug führt sonst unweigerlich zu einer erschwerten Drehung der Scheibe.

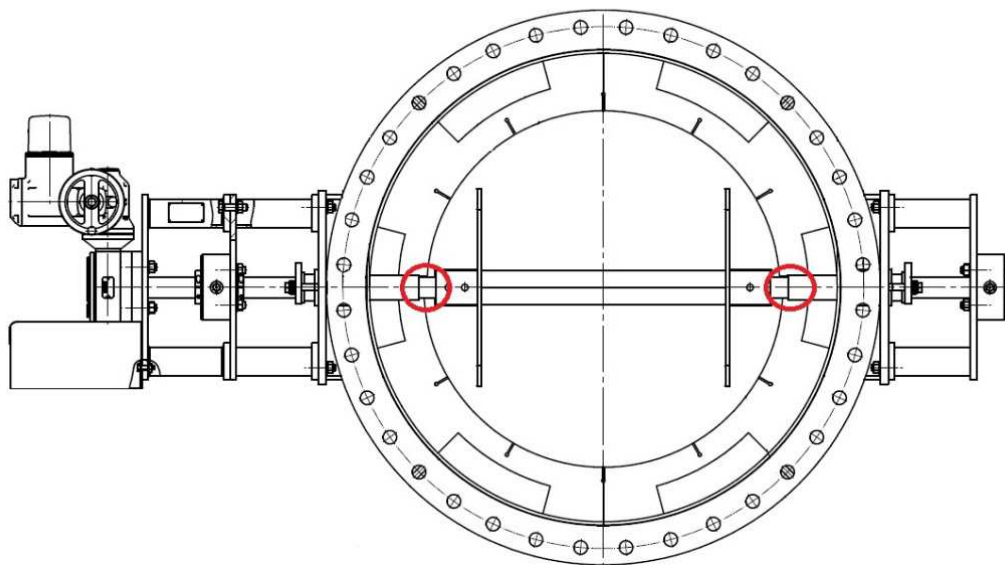


**Abbildung 22: Endmontage, Einbau der Scheibe**

#### **4.4.4 Einbau der Anschläge**

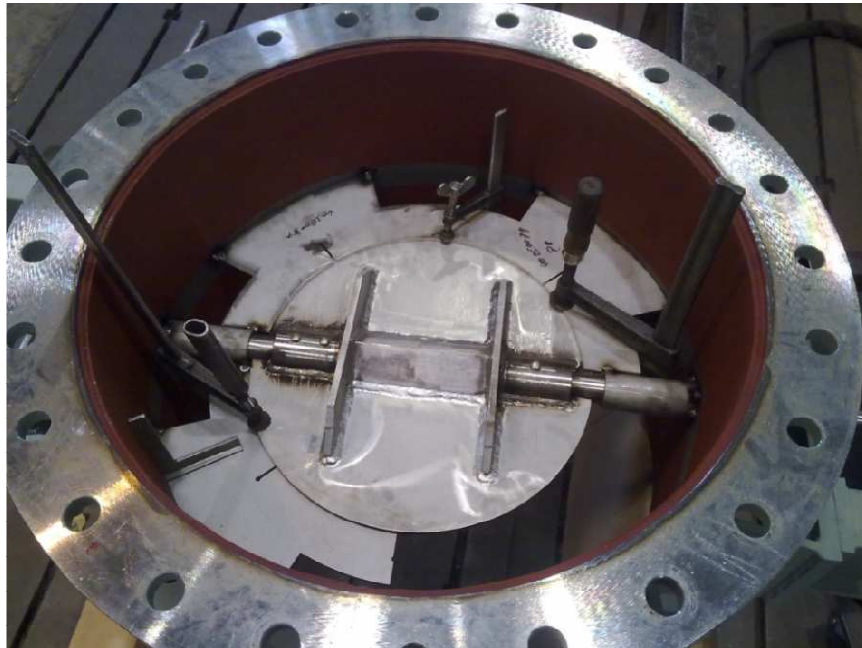
Nach erfolgreichem Einbau der Scheibe werden die Anschläge montiert. Diese dienen dazu, bei geschlossener Scheibe den Gasstrom zu unterbrechen und eine vollständige 360° Drehung der Scheibe zu verhindern. Um eine größtmögliche Dichtwirkung zu erhalten ist es notwendig, dass eine möglichst große Auflagefläche zwischen der Scheibe und dem ringförmigen Anschlag entsteht. Daher wird zur Montage der Anschläge die Scheibe in die geschlossene Stellung gebracht und mit Kurbelstützen fixiert. In dieser Position wird zuerst der obenliegende der Beiden, als 180° Segmente gefertigte, Anschläge eingebaut. Dazu wird dieser flächig auf die Scheibe gelegt, sodass er bündig mit dem Außendurchmesser an der Gehäuseinnenwand anliegt und einen Winkel von 90° zur Durchströmungsrichtung des Gehäuses hat. Dieser Winkel ist mit einem 90° Winkelmaß zu kontrollieren.

Es ist beim Anlegen des Segmentes auf die Einbaurichtung zu achten, da es Unterschiede zwischen der Antriebs- und Gegenlagerseite gibt. Die Antriebsseite der Drosselklappe ist mit der später fest verschraubten Motor-/ Getriebeeinheit als Festlager ausgelegt und ermöglicht so im Falle einer axialen Längung der Drehachsen eine Verschiebung dieser, zu der als Loslager ausgelegten, Gegenlagerseite. Daher ist die Antriebsseite des Anschlagsegmentes ein paar Millimeter breiter ausgelegt, um auch bei hohen Temperaturen, wenn es zu einer Längenausdehnung der Wellen kommt, für eine ausreichende Dichtfläche zu sorgen. Ferner muss im Bereich der Drehachse darauf acht gegeben werden, dass Aussparungen des Anschlages nicht an den beiden Wellen anliegen. Es muss ein Spaltmaß von ca. 3mm von der Körperkante des Anschlages zur Welle eingehalten werden. Bei diesem Arbeitsschritt ist höchste Sorgfalt notwendig, da sich durch thermische Belastung Wärmeausdehnungen ergeben, die es durch die eingestellten Spaltmaße auszugleichen gilt. In Abbildung 23 wurden kritischen Stellen farbig markiert.



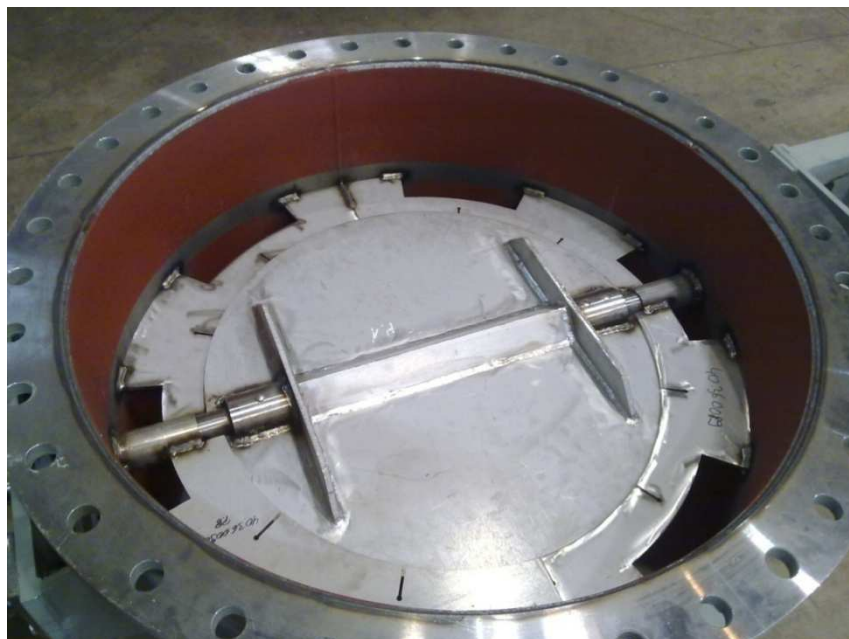
**Abbildung 23: Kritische Spaltmaße der Drehachse**

Nach erfolgreicher Kontrolle aller relevanten Maße und Winkel wird das Anschlagsegment mittels Schraubzwingen an der Scheibe befestigt und verschweißt.



**Abbildung 24: Endmontage, Anpassen der Anschläge**

Vorgangsgleich zum obenliegenden Segment wird das untere Segment ausgerichtet und verbaut. (Abbildung 24) Nach so erfolgter Montage und Abkühlung der Schweißteile ist eine Funktionsprüfung mit Augenmerk auf das flächige Anliegen der Scheibe durchzuführen. (Abbildung 25)



**Abbildung 25: Endmontage, fertig eingebaute Scheibe mit Anschlägen**



#### 4.4.5 Dichtungen

Da das Aufgabenfeld der Flanschklappen die Regelung von Prozessgasen ist, müssen die Klappen nach außen abgedichtet werden. Ein kritischer Punkt sind hierbei die Wellenlager und Achsdurchführungen des Gehäuses, da diese gasdicht und gleichzeitig hitzebeständig sein müssen. Um dies zu realisieren werden in die Wellenlager *Pos. 10* Dichtungen aus 6x6mm Graphitschnur *Pos. 16* eingebaut. Dazu müssen diese noch einmal abgebaut werden, um die Graphitschnur in die vorgesehenen Nuten zu drücken. Die Dichtung wird erst jetzt eingebaut, da sie einen erheblichen Reibungswiderstand aufweist. Ein Anpassen der Bauteile ist ohne Dichtung günstiger, da hierdurch mögliche metallische Reibstellen besser spürbar sind.

Im Bereich der Achsdurchführung wird pro Seite eine Packung aus Graphitschnur 8x8mm *Pos. 7* gemäß *Zeichnung 40.36.0085 Einzelheit C* eingebracht. Um diese Dichtung möglichst straff in den Zwischenraum zwischen Stopfbuchse und Wellen *Pos. 3* & *Pos. 4* zu drücken, wird eine Stopfbuchsen *Pos. 8* verwendet. Diese wird mittels Stopfbuchsbrille *Pos. 9* und 4 Tellerfederpaketen *Pos. 19* verspannt und so gegen die Dichtungsschnur gepresst. Es wird somit eine dauerhafte Abdichtung des Gehäuses gewährleistet. Im Anschluss werden die zuvor demontierten Bauteile wieder angebaut.

#### 4.4.6 Anbau der Getriebe/Motor-Einheit

Als letzter Montageschritt erfolgt der Anbau des AUMA® Schwenkgetriebes GS80.3 *Pos. 35* samt AUMA® Drehantrieb SAR 07.6. *Pos. 36* mit angeschlossener Steuerung Aumatic AC 01.2 *Pos. 38*. (Abbildung 26) Der Anbau erfolgt bei geschlossener Stellung der Klappe. Dazu werden in die vorgesehenen Bohrungen im Anschlussflansch des Schwenkgetriebes GS80.3 4 Gewindebolzen M16x85-B *Pos.24* geschraubt. Auf diese wird dann der Zwischenflansch F14 *Pos. 11* gesteckt. Nun wird die Passfeder A 14x9x70 *Pos. 18* in die Nut der Antriebswelle gelegt und mittels Gewindestift 16mx6 *Pos. 32* verschraubt. Die Antriebshülse/Steckbuchse muss aus der Abtriebsseite des Schwenkgetriebes entfernt werden und wird mit der Nut auf die zuvor verschraubte Passfeder geschoben. Jetzt muss die Getriebe/Motor-Einheit auf die Keilverzahnung der Antriebshülse geschoben werden, sodass der Zwischenflansch flächig und zentrisch anliegt. Dabei ist die Einheit nach der Zeichnung 40.36.0085 auszurichten. Sollte dies bei aktueller Stellung der Klappe nicht möglich sein, ist diese so zu verdrehen das ein Anflanschen des Getriebes leichtgängig möglich ist. Es werden nun die Schrauben mit einem Anzugsmoment von 214 NM über Kreuz angezogen.[7]



Abbildung 26: Getriebe- und Motormontage

#### 4.4.7 Getriebeeinstellung

Nach der erfolgten Montage müssen die Endanschläge für die beiden Stellungen "ZU" und "AUF" eingestellt werden.[8]

Dazu sind alle 4 Schrauben am Endanschlag des Getriebes zu entfernen. Die Klappe wird per Handrad in Stellung "ZU" gebracht und dabei geprüft ob sich der Endanschlag mit dreht. Ist dies nicht der Fall muss der Endanschlag **im** Uhrzeigersinn bis zum Anschlag und wieder eine **1/4** Umdrehung gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden. Dies ist unbedingt notwendig, damit im Motorbetrieb der Endanschlag des Schwenkgetriebes nicht angefahren wird und die Klappe bei drehmomentabhängiger Abschaltung dicht schließt. Danach sind die 4 Schrauben wieder einzusetzen und zu verschrauben. Sollten die Bohrungen im Endanschlag nicht mit denen des Gehäuses fluchten, muss der Endanschlag von der Keilverzahnung gezogen werden und verdreht wieder aufgesetzt werden. Die Schrauben sind wieder über Kreuz mit 24NM anzuziehen.

Zum Einstellen der Stellung "AUF" müssen ebenfalls wieder die 3 Schrauben am Endanschlag entfernt werden. Diesmal wird die Klappe in Stellung "AUF" bewegt und der Endanschlag **gegen** den Uhrzeigersinn bis zum Anschlag und wieder eine **1/4** Umdrehung im Uhrzeigersinn zurück gedreht. Wie zuvor wird der Endanschlag mit 4 Schrauben befestigt und falls notwendig auf der Verzahnung verdreht.

Nach so erfolgter Einstellung der Endanschläge muss noch die Abschaltung des Drehantriebes eingestellt werden. Dies kann entweder weg- oder drehmomentabhängig erfolgen und ist je nach Forderung, gemäß Betriebsanleitung des Drehantriebes, in den Endanschlägen des Getriebes vorzunehmen.

#### 4.4.8 Funktionstest

Abschließend wird vom Montageteam ein Funktionstest durchgeführt. Dazu werden die im **Kapitel 4.4.7** eingestellten Punkte "AUF" und "ZU" mittels Motor angefahren. Es sollte ein flächiges Schließen der Klappen erreicht werden. Die Drehantriebsabschaltung muss dabei vor dem Erreichen der Endanschläge passieren, um die Armatur vor Überlastung zu schützen. Ist dies nicht der Fall müssen die Endanschläge neu gesetzt oder die Art der Abschaltung neu konfiguriert werden.



## 5 Fazit

Im abschließenden Kapitel werden noch einmal der Inhalt und der Zweck diese Bachelorarbeit zusammengefasst und vom Bacheloranten bewertet.

### 5.1 Ergebnis

Durch die mehrmonatige Praktikumstätigkeit in der Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG im Rahmen eines dualen Bachelorstudiums und den Einsatz in der Abteilung Arbeitsvorbereitung in eben jener Firma, entstand das Thema dieser Arbeit. Hintergrund dabei war das erworbene Wissen auf einen Kundenauftrag anzuwenden und diesen hinsichtlich arbeitsvorbereitender Maßnahmen selbständig durchführen zu können.

Um den Umständen gerecht zu werden, welche der Einsatz der Flanschklappen mit sich bringt, wurde vereinbart Montagehinweise zu erarbeiten, welche sich mit diesen Besonderheiten näher befassen. Der Aspekt der Dokumentenerstellung für die AV sowie die Erstellung einer Montageanleitung bilden zusammen das Thema dieser Bachelorarbeit.

Es wurde beginnend erläutert wodurch das Aufgabenspektrum der AV definiert ist und welchen Stellenwert sie im Unternehmen einnimmt. Desweiteren wurden diese Aufgaben, unter Beachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte, anhand von Beispielen näher vorgestellt. Schließlich wurde mit dem theoretischen, wie auch im Praxiseinsatz erworbenen Wissen, eine Anleitung mit entsprechenden Hinweisen erstellt, um mögliche Fehlerquellen bei der Montage auszuschließen.

### 5.2 Bewertung

Mit Augenmerk auf die praktische Durchführung jener in der Bachelorarbeit dargestellten Tätigkeiten, kann gesagt werden, dass eine Darstellung der Arbeitsweise der Abteilung AV gelungen ist. Die erforderlichen Schritte wurden anhand von Tabellen und Abbildungen, logisch geordnet und anhand der ausgewählten Flanschklappe DN1140/900 erklärt. Ebenfalls wurde auf Besonderheiten der Dokumente eingegangen, um fertigungstechnischen und wirtschaftlichen Kriterien gerecht zu werden. Im zweiten Teil der Arbeit wurde eine ausführliche Schritt-für-Schritt-Anleitung über die Montage der Flanschklappen geschrieben. Die beginnend im **Kapitel 4** auftretenden Schwierigkeiten wurden ebenso in der Montageanleitung behandelt und gelöst. Abschließend sei gesagt, dass die vorliegende Arbeit als Vorlage zur selbstständigen Wiederholung der gezeigten Arbeitsabläufe genommen werden kann.

## Literatur

- [1] Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG; Unternehmen; Übersicht; URL:< <http://www.maut-ag.de>>,  
verfügbar am 23.07.2012
- [2] FSA Fackert Spezialarmaturen GmbH ; Drosselklappen für Verfahrenstechnik; URL:< [http://www.fackert-moers.de/fsa\\_04.html](http://www.fackert-moers.de/fsa_04.html) >,  
verfügbar am 23.07.2012
- [2] Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG intern, verfügbar am 24.07.2012
- [4] Eversheim: Organisation in der Produktionstechnik 3. Arbeitsvorbereitung. – Berlin: Springer, 2002
- [5] Golfhahn: Gestaltung des arbeitseiligen Prozesses zwischen zentraler Arbeitsplanung und Werkstattpersonal . – 1.Aufl. – Chemnitz: IBF, 2000
- [6] Fischer; Gomeringer; Heinzler; Kilgus; Näher; Oesterle; Paetzold, Stephan: Tabellenbuch Metall . – 44.Aufl. – Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2008
- [7] AUMA Riester GmbH & Co. KG; Produkte; Regelantriebe SAR; URL:<<http://www.auma.com/cms/AUMA/de/produkte/drehantriebe/1,111003,21999.html>>, verfügbar am 3.08.2012
- [8] AUMA Riester GmbH & Co. KG; Produkte; Schwenkgetriebe; URL:<<http://www.auma.com/cms/AUMA/de/produkte/schwenkgetriebe/1,111003,20882.html>>, verfügbar am 3.08.2012

## Anlagen


Teil 1 ..... A-II

Teil 2 ..... A-IV

Teil 3 ..... A-V


# Anlagen, Teil 1

Zusammenstellung 40.36.0085 St

4	Scheibe DIN 125 - B 10,5	29	St verz.			0,0 kg
2	Sechskantschraube DIN 933 M10x35	28	8.8 verz.			0,1 kg
1	Scheibe DIN 125 - B 8,4	27	St verz.			0,0 kg
1	Sechskantschraube DIN 933 M6x25	26	8.8 verz.			0,0 kg
8	Gewindebolzen DIN 976-1 - M16x70 - B	25	8.8 verz.			0,9 kg
4	Gewindebolzen DIN 976-1 - M16x65 - B	24	8.8 verz.			0,5 kg
24	Sechskantmutter DIN 934 - M16	23	8 verz.			0,8 kg
12	Sechskantschraube DIN 933 M16x60	22	8.8 verz.			1,6 kg
4	Sechskantschraube DIN 931 M16x100	21	8.8 verz.			0,8 kg
40	Scheibe DIN 125 - B 17	20	St verz.			0,4 kg
24	Tellerfeder DIN 2093 - B 31,5	19	FSt			0,1 kg
1	Paßfeder A 14x9x70 DIN 6885	18	C45			0,1 kg
2	Flachschmiemoppel DIN 3404 - A M 10 x 1	17	5.6 verz.			0,0 kg
4	Packung 6 x 6	16	K95			0,0 kg
1	Schutzhaube	15	1.4301	40.35.0070		4,6 kg
1	Stellungsanzeige - Welle ø40	14	S355 J2 +N	40.34.0017		0,3 kg
2	geteilter Steilring S850	13	St			0,6 kg
1	Distanzring - Welle ø50	12	GGG40	40.36.0025		0,3 kg
1	Zwischenflansch - F14	11	S355 J2 +N	40.37.0146		3,0 kg
2	Wellenlager ø50	10	GGG40	97.30.0021		17,8 kg
2	Stopfbuchsbrille - LA130-A - Welle ø50	9	S355 J2 +N	99.30.0061		1,9 kg
2	Stopfbuchse - Welle ø50...125lg	8	GGG40	99.30.0060 a		2,6 kg
10	Packung 8 x 8	7	K95			0,1 kg
1	Antriebskonsole - F14	6	S355 J2	40.37.0096		21,0 kg
2	Lagerkonsole	5	S355 J2	40.36.0020		42,1 kg
1	Gegenlagerwelle ø50...560	4	1.4541	40.36.0084		10,4 kg
1	Antriebswelle ø50...514	3	1.4541	40.36.0083		14,0 kg
1	Scheibe	2	1.4878	40.36.0082		67,1 kg
1	Gehäuse	1	P265 GH / 1.4878	40.36.0079	Flanges, casing = P265GH / Stop ring = 1.4878	308,1 kg
Stück	Benennung	Teil	Werkstoff	Zeichn.-Nr.	Bemerkung	Gewicht
"c"	Drawing revised				20.02.12	STR MRO
"b"	Drawing revised				25.01.12	STR MRO
"a"	Outotec No. and SAMARCO No. added				09.01.12	STR MRO
Index	Änderung			Datum	Name	Gepr.
	Datum	Name	 <b>F A C K E R T</b> <b>SPEZIALARMATUREN</b>			
Gez.	19.12.2011	strompen				
Gepr.	21.02.2012	michael				
Maße ohne Toleranz- angabe DIN ISO 2768 Mittel		Schutzvermerk nach DIN 34 zu beachten Dieses Dokument darf nur im FACKERT EDV-System geändert werden		Entstanden aus: 40.36.0026		
				Ersatz für:		
Projekt-/Auftrags-Nr. 120.160		<b>Flanschklappe DN 1140/900</b> <b>Zusammenstellung - rechtsschlagend</b> Outotec No.: 030-MOP0101-0085 - Rev. 3 SAMARCO No.: UO406DP-M-160085 - Rev. 3		Gehört zu:		
				Blatt: 1 von: 2		
				Gesamtgewicht: 550,6 kg		
				Zug-Nr.: 40.36.0085	Rev. 3	

D0001325-c.dft

D0001325-c.dft

1	Steuerung Aumatlo AC 01.2 mit profibus	38			Auma	7,0 kg
1	Wandhalterung	37			Auma	1,0 kg
1	Drehantrieb SAR 07.6 (F10/19)	36			Auma	28,0 kg
1	Schwenkgetriebe GS80.3 (RR/F14) (53:1/F10)	35			Auma	13,5 kg
1	Typenschild	34	Al			0,0 kg
4	Halbrundkernnagel ø3 x 8 DIN1476	33	A2			0,0 kg
1	Gewindestift DIN 916 - M6x16	32	45H			0,0 kg
3	Zylinderstift DIN 7 - 16m6 x 90	31	1.4541			0,4 kg
2	Sechskantmutter DIN 934 - M10	30	8 verz.			0,0 kg
Stück	Benennung	Teil	Werkstoff	Zeichn.-Nr.	Bemerkung	Gewicht
"c"	Drawing revised				20.02.12	STR MRO
"b"	Drawing revised				25.01.12	STR MRO
"a"	Outotec No. and SAMARCO No. added				09.01.12	STR MRO
Index	Änderung				Datum	Name Gepr.
	Datum	Name	<div><div>F A C K E R T SPEZIALARMATUREN</div></div>			
Gez.	19.12.2011	strompen				
Gepr.	21.02.2012	michael				
Maße ohne Toleranzangabe DIN ISO 2768 Mittel	Maßstab	Schutzvermerk nach DIN 34 zu beachten			Entstanden aus: 40.36.0026	
		Dieses Dokument darf nur im FACKERT EDV-System geändert werden			Ersatz für:	
Projekt-/Auftrags-Nr.		Flanschklappe DN 1140/900 Zusammenstellung - rechtsschlagend			Gehört zu:	
120.160		Outotec No.: 030-VDP0101-0085 - Rev. 3 SAMARCO No.: U0406DP-M-160085 - Rev. 3			Blatt: 2 von: 2	
					Gesamtgewicht: 550,6 kg	
					Zng.-Nr.: 40.36.0085	
					Rev. 3	





# Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Gerbstedt, den 30.8.2012

.....

Frieder Jansen